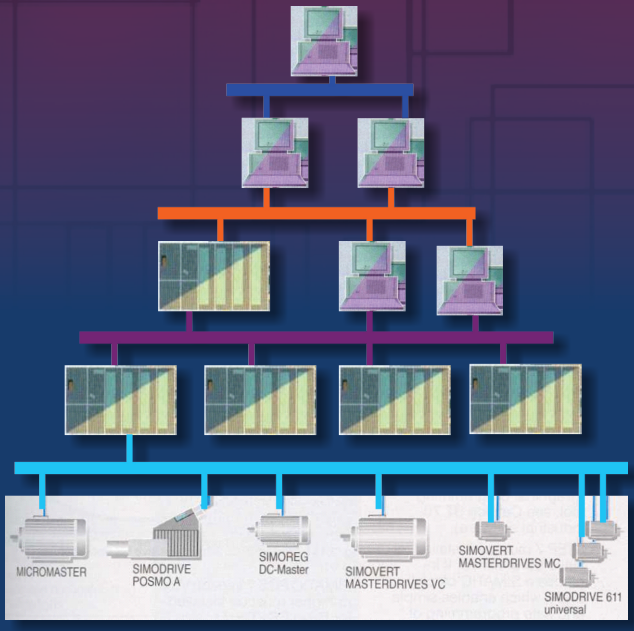
PHẠM THỊ LÝ (Chủ biên),
VŨ THỊ QUỲNH, NGUYỄN NHẬT THANH,
LẠI BẠCH THỊ THU HÀ

# GIÁO TRÌNH
# MẠNG TRUYỀN THÔNG CÔNG NGHIỆP

*(Xuất bản lần thứ hai)*




NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ

**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ**
Nhà A16 - Số 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội
Điện thoại: Phòng Phát hành: **024.22149040**; Phòng Biên tập: **024.37917148**;
Phòng Quản lý Tổng hợp: **024.22149041**;
Fax: **024.37910147**; Email: **nxb@vap.ac.vn**;
Website: **vap.ac.vn; ebook.vap.ac.vn**

# GIÁO TRÌNH MẠNG TRUYỀN THÔNG CÔNG NGHIỆP

*(Xuất bản lần thứ hai)*

**Phạm Thị Lý (Chủ biên)**
**Vũ Thị Quỳnh, Nguyễn Nhật Thanh, Lại Bạch Thị Thu Hà**

***Chịu trách nhiệm xuất bản***
**Giám đốc, Tổng biên tập**
**PHẠM THỊ HIẾU**

**Biên tập viên**
**Nguyễn Thị Chiên**

**Trình bày kỹ thuật**
**Đỗ Hồng Ngân**

**Thiết kế bìa**
**Đỗ Hồng Ngân**

**Liên kết xuất bản**

**Trường Đại học Giao thông vận tải**
**Địa chỉ: Số 3, phố Cầu Giấy, quận Đống Đa, Hà Nội**

**ISBN: 978-604-357-303-9**

Số xác nhận đăng ký xuất bản: 3222-2024/CXBIPH/01-35/KHTNVCN.
Số quyết định xuất bản: 44/QĐ-KHTNCN, cấp ngày 10 tháng 9 năm 2024.
Nộp lưu chiểu quý III năm 2024.

**PHẠM THỊ LÝ (Chủ biên)**
**VŨ THỊ QUỲNH, NGUYỄN NHẬT THANH**
**LẠI BẠCH THỊ THU HÀ**

# GIÁO TRÌNH MẠNG TRUYỀN THÔNG CÔNG NGHIỆP

(Xuất bản lần thứ hai)

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ

# MỤC LỤC

MỤC LỤC .....3
LỜI NÓI ĐẦU .....7
Chương 1. TỔNG QUAN CHUNG.....9
1.1 Mạng truyền thông công nghiệp.....9
1.2 Phân loại các hệ thống mạng công nghiệp .....11
1.2.1 Bus trường .....12
1.2.2 Bus hệ thống, Bus quá trình .....12
1.2.3 Mạng xí nghiệp.....13
1.2.4 Mạng công ty.....13
1.3 Tổng quan về mạng công nghiệp SIMATIC NET .....14
Chương 2. CƠ SỞ KỸ THUẬT TRUYỀN THÔNG .....17
2.1 Chế độ truyền dẫn .....17
2.1.1 Truyền bit song song và truyền bit nối tiếp .....17
2.1.2 Truyền đồng bộ và truyền không đồng bộ.....18
2.1.3 Truyền một chiều, hai chiều toàn phần và gián đoạn .....19
2.2 Cấu trúc mạng - Topology .....20
2.2.1 Cấu trúc BUS.....20
2.2.2 Cấu trúc mạch vòng (tích cực) .....22
2.2.3 Cấu trúc hình sao .....23
2.2.4 Cấu trúc hình cây.....24
2.3. Kiến trúc giao thức.....25
2.3.1 Dịch vụ truyền thông .....25
2.3.2 Giao thức .....26
2.3.3 Kiến trúc giao thức OSI. .....29
2.3.4 Kiến trúc giao thức TCP/IP .....31
2.4 Truy nhập Bus .....32
2.4.1 Master/Slave .....33
2.4.2 TDMA .....34

2.4.3 Token passing ..... 35
2.4.4 CSMA/CD ..... 37
2.4.5 CSMA/CA ..... 38
2.5 Bảo toàn dữ liệu ..... 39
2.5.1 Bit chẵn lẻ (Parity bit) ..... 40
2.5.2 Bit chẵn lẻ hai chiều ..... 40
2.5.3 CRC ..... 40
2.5.4 Phương pháp nhồi bit (Bit Stuffing) ..... 41
2.6 Mã hóa đường truyền ..... 41
2.6.1 Mã hoá NRZ, RZ ..... 41
2.6.2 Mã Manchester ..... 42
2.6.3 Mã hoá AFP ..... 43
2.6.4 Mã hoá FSK ..... 43
2.7 Chuẩn truyền dẫn ..... 43
2.7.1 RS-232 ..... 44
2.7.2 RS-422 ..... 46
2.7.3 RS-485 ..... 46
2.7.4 IEC 1158-2 ..... 48
2.8 Môi trường truyền dẫn ..... 49
Chương 3. MẠNG CÔNG NGHIỆP CỦA SIEMENS ..... 51
3.1 PROFIBUS ..... 51
3.1.1 Kiến trúc giao thức mạng ..... 52
3.1.2 Cấu trúc mạng và kỹ thuật truyền dẫn ..... 53
3.1.3 Truy nhập Bus ..... 55
3.1.4 Dịch vụ truyền dữ liệu ..... 58
3.1.5 PROFIBUS-FMS ..... 62
3.1.6 PROFIBUS-DP ..... 70
3.1.7 PROFIBUS-PA ..... 76
3.2 AS-INTERFACE ..... 79
3.2.1 Kiến trúc giao thức ..... 80

3.2.2 Cấu trúc mạng và cáp truyền .....81
3.2.3 Cơ chế giao tiếp .....83
3.2.4 Cấu trúc bức điện .....84
3.2.5 Mã hoá bit .....85
3.2.6 Bảo toàn dữ liệu .....87
3.3 Mạng Ethernet công nghiệp .....88
Chương 4. XÂY DỰNG GIAO DIỆN MẠNG .....91
4.1 Xây dựng phần cứng giao diện mạng .....91
4.1.1 Cấu trúc chung các phần cứng giao diện mạng .....91
4.1.2 Ghép nối PLC .....92
4.1.3 Ghép nối PC .....95
4.1.4 Ghép nối vào/ra phân tán .....97
4.1.5 Ghép nối các thiết bị trường .....98
4.2 Xây dựng phần mềm giao diện mạng .....99
4.3 Chuẩn giao tiếp công nghiệp .....103
4.3.1 Chuẩn MMS .....103
4.3.2 Chuẩn IEC 61131-5 .....107
4.3.3 OPC (OLE for Process Control) .....110
Chương 5. THIẾT LẬP CẤU HÌNH MẠNG PROFIBUS-DP .....117
5.1 Tổng quan các dạng cấu hình mạng .....117
5.1.1 Cấu hình một trạm DP Master theo cách trao đổi dữ liệu DP Slave với DP Master .....117
5.1.2 Cấu hình một trạm DP Master theo cách trao đổi dữ liệu I Slave với DP Master. .....118
5.1.3 Cấu hình một trạm DP Master theo cách trao đổi dữ liệu DP Slave với I Slave. .....119
5.1.4 Cấu hình hệ thống có hai DP Master theo cách trao đổi dữ liệu DP Slave với I Slave .....120
5.1.5 Cấu hình hệ thống có hai DP Master theo cách trao đổi dữ liệu DP Slave với DP Master .....121
5.2 Thiết lập cấu hình mạng PROFIBUS-DP .....122

5.2.1 Cấu hình mạng PROFIBUS -DP thực hiện truyền thông giữa 1trạm là DP Master (CPU 315-2DP), 1 trạm là I Slave (CPU 315-2DP) và các module vào ra số đóng vai trò là DP Slave .....122
5.2.2 PROFIBUS-DP với trạm chủ CPU 315-2DP, trạm tớ EM 277- S7 200.....147
5.2.3 PROFIBUS-DP với trạm chủ CPU 315-2DP, trạm tớ ET 200M.....158
Chương 6. THIẾT KẾ MẠNG TRUYỀN THÔNG CÔNG NGHIỆP DỰA TRÊN PCS 7 .....171
6.1 Tổng quan về hệ thống PCS7.....171
6.1.1 Cấu trúc hệ thống PCS 7 .....173
6.1.2 Trạm thiết kế kỹ thuật (Engineering Station - ES).....173
6.1.3 Trạm vận hành (Operation System - OS) .....174
6.1.4 Trạm điều khiển (Control System) .....175
6.1.5 Giới thiệu các phần mềm thuộc gói phần mềm STEP 7.....176
6.2 Các bước thiết lập một dự án với PCS 7 .....179
6.2.1 Các bước cơ bản để thiết lập một dự án .....179
6.2.2 Thiết lập dự án .....181
6.2.3 Cấu hình phần cứng (Hardware Configuring).....185
TÀI LIỆU THAM KHẢO .....198

# LỜI NÓI ĐẦU

Cùng với sự tiến bộ không ngừng về khoa học và công nghệ trên thế giới hiện nay, việc ứng dụng những kỹ thuật tiên tiến góp phần phục vụ công nghiệp hóa - hiện đại hóa đất nước là nhiệm vụ không thể thiếu.

Mạng truyền thông công nghiệp đóng vai trò quan trọng trong các lĩnh vực đo lường điều khiển và tự động hóa. Ưu thế của giải pháp dùng mạng công nghiệp không những nằm ở phương tiện kỹ thuật, mà còn ở khía cạnh kinh tế. Chính vì vậy, ứng dụng của nó rộng rãi trong hầu hết các lĩnh vực công nghiệp, như điều khiển quá trình, tự động hoá xí nghiệp, tự động hoá toà nhà, điều khiển giao thông... Việc sử dụng mạng truyền thông công nghiệp là không thể thiếu trong việc tích hợp các hệ tự động hoá hiện đại, đặc biệt trong các hệ đo lường và điều khiển. Trong **Giáo trình Mạng truyền thông công nghiệp**, nhóm tác giả sẽ trình bày cơ sở kỹ thuật của mạng truyền thông công nghiệp, ứng dụng mạng truyền thông PROFIBUS trong việc giám sát và điều khiển hệ thống điện tử và thiết kế mạng truyền thông công nghiệp dựa trên PCS 7.

Tài liệu được biên soạn phù hợp với sinh viên các chuyên ngành kỹ thuật Điện - Điện tử, Tự động hóa, Điện công nghiệp… Với cách bố trí nội dung các chương kết hợp cả lý thuyết và thực hành, tài liệu sẽ giúp sinh viên áp dụng kiến thức đã học vào thực tế. Tài liệu cũng giúp củng cố, tổng hợp lại kiến thức về mạng truyền thông công nghiệp, đúc rút kinh nghiệm cho công việc sau này. Đây cũng là tài liệu tham khảo bổ ích đối với các thầy cô giáo và các em sinh viên của các ngành kỹ thuật khác vì có nhiều ví dụ ứng dụng thực tế.

Trong quá trình biên soạn Giáo trình, chúng tôi đã nhận được sự động viên, khích lệ và giúp đỡ của các cá nhân, tổ chức và các bạn đồng nghiệp. Cho phép chúng tôi được gửi lời cảm ơn đối với các tập thể và cá nhân trên.

Rất mong nhận được ý kiến đóng góp của các bạn đồng nghiệp và độc giả, giúp cho lần tái bản tới được hoàn thiện hơn về nội dung.

**CÁC TÁC GIẢ**

# Chương 1
# TỔNG QUAN CHUNG

## 1.1 Mạng truyền thông công nghiệp

Sự phổ biến của các giải pháp tự động hóa sử dụng hệ thống truyền thông số là kết quả tổng hợp của các tiến bộ kỹ thuật vi điện tử, kỹ thuật máy tính, kỹ thuật thông tin và đương nhiên là của cả kỹ thuật tự động hóa. Mạng truyền thông công nghiệp hay mạng công nghiệp (MCN) là một khái niệm chung chỉ các hệ thống mạng truyền thông số, truyền bit nối tiếp, được sử dụng để ghép nối các thiết bị công nghiệp. Các hệ thống truyền thông công nghiệp phổ biến hiện nay cho phép liên kết mạng ở nhiều mức khác nhau, từ các bộ cảm biến, cơ cấu chấp hành dưới cấp trường cho đến các thiết bị điều khiển, thiết bị quan sát, máy tính điều khiển giám sát và các máy tính trên cấp điều hành, quản lý. Về cơ sở kỹ thuật, mạng truyền thông công nghiệp và các hệ thống mạng viễn thông có nhiều điểm tương đồng, tuy nhiên có các điểm khác biệt sau:

- Mạng viễn thông có phạm vi địa lý và số lượng thành viên tham gia lớn hơn rất nhiều, nên các yêu cầu kỹ thuật (Cấu trúc mạng, tốc độ truyền thông, tính năng thời gian thực…) rất khác, cũng như các phương pháp truyền thông (Truyền tải dải rộng, dải cơ sở, điều biến, dồn kênh, chuyển mạch,…) thường phức tạp hơn so với mạng công nghiệp.

- Đối tượng của mạng viễn thông bao gồm cả con người và thiết bị kỹ thuật, trong đó con người đóng vai trò chủ yếu. Vì vậy các dạng thông tin cần trao đổi bao gồm cả tiếng nói, hình ảnh, văn bản và dữ liệu. Đối tượng của mạng công nghiệp thuần túy là các thiết bị công nghiệp, nên dạng thông tin được quan tâm duy nhất là dữ liệu. Kỹ thuật truyền thông được dùng trong mạng viễn thông cũng rất phong phú, trong khi kỹ thuật truyền dữ liệu theo chế độ bit nối tiếp là đặc trưng của mạng công nghiệp.

Mạng truyền thông công nghiệp thực chất là một dạng đặc biệt của mạng máy tính, có thể so sánh với mạng máy tính thông thường ở những điểm giống nhau và khác nhau sau:

- Kỹ thuật truyền thông số hay truyền dữ liệu là đặc trưng chung.

- Mạng máy tính sử dụng trong công nghiệp được coi là một phần (ở các cấp điều khiển giám sát, điều hành và quản lý) trong mô hình phân cấp của mạng công nghiệp.

• Yêu cầu về tính năng thời gian thực, độ tin cậy và khả năng tương thích trong môi trường công nghiệp cao hơn so với một mạng máy tính thông thường, trong khi đó mạng máy tính thường đòi hỏi cao hơn về độ bảo mật của thông tin.

• Mạng máy tính có phạm vi trải rộng rất khác nhau, ví dụ có thể nhỏ như mạng LAN cho một nhóm vài máy tính, hoặc rất lớn như mạng Internet. Trong nhiều trường hợp, mạng máy tính gián tiếp sử dụng dịch vụ truyền dữ liệu của mạng viễn thông. Trong khi đó, cho đến nay các hệ thống mạng công nghiệp thường có tính chất độc lập, phạm vi hoạt động tương đối hẹp.

Ngày nay, mạng truyền thông công nghiệp đóng vai trò quan trọng trong các lĩnh vực đo lường điều khiển và tự động hóa. Việc sử dụng mạng truyền thông công nghiệp, đặc biệt là Bus trường để thay thế cách nối *điểm - điểm* cổ điển giữa các thiết bị công nghiệp mang lại hàng loạt những lợi ích sau:

• Đơn giản hóa cấu trúc liên kết giữa các thiết bị công nghiệp.

• Giảm đáng kể giá thành dây nối và công lắp đặt hệ thống.

• Nâng cao độ tin cậy và độ chính xác của thông tin nhờ truyền thông số.

• Nâng cao độ linh hoạt, tính năng mở của hệ thống.

• Đơn giản hoá, tiện lợi hoá việc chẩn đoán, định vị lỗi, sự cố của các thiết bị.

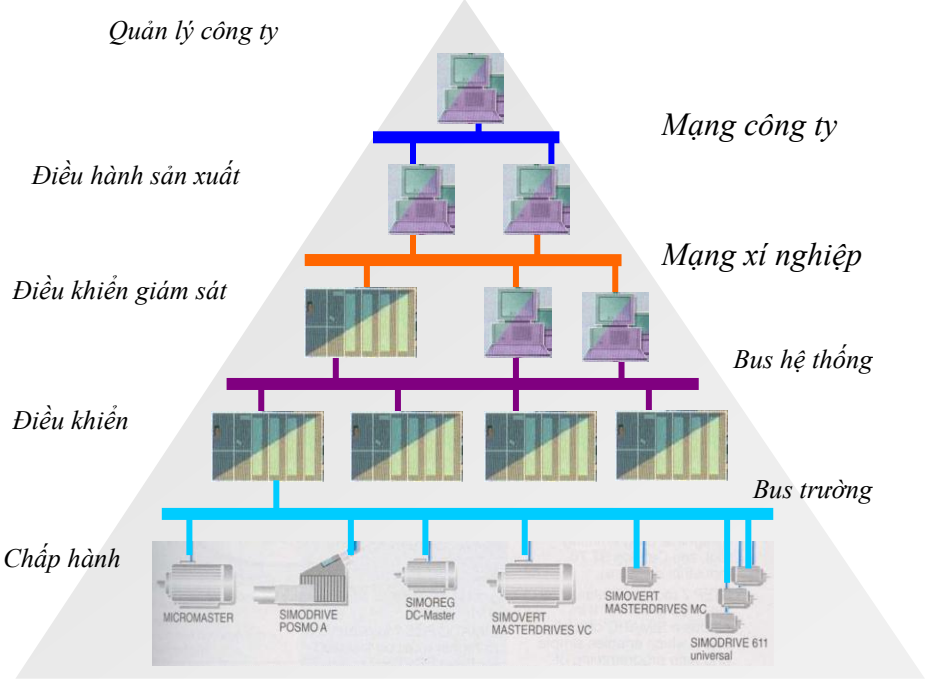
• Nâng cao khả năng tương tác giữa các thành phần (phần cứng và phần mềm) nhờ các giao diện chuẩn.

• Mở ra nhiều chức năng và khả năng ứng dụng mới của hệ thống, ví dụ các ứng dụng điều khiển phân tán, điều khiển giám sát hoặc chẩn đoán lỗi từ xa qua Internet.

Trong điều khiển quá trình, các hệ thống Bus trường cũng đã dần thay thế các mạch dòng tương tự (*Current loop*) 4-20 mA. Ưu thế của giải pháp dùng mạng công nghiệp không những nằm ở phương tiện kỹ thuật, mà còn ở khía cạnh kinh tế. Chính vì vậy, ứng dụng của nó rộng rãi trong hầu hết các lĩnh vực công nghiệp, như điều khiển quá trình, tự động hoá xí nghiệp, tự động hoá toà nhà, điều khiển giao thông,… Nói tóm lại, sử dụng mạng truyền thông công nghiệp là không thể thiếu trong việc tích hợp các hệ tự động hoá hiện đại, đặc biệt trong các hệ đo lường và điều khiển.

## 1.2 Phân loại các hệ thống mạng công nghiệp

Để sắp xếp, phân loại và phân tích đặc trưng các hệ thống mạng truyền thông công nghiệp, ta dựa vào mô hình phân cấp quen thuộc cho các công ty, xí nghiệp sản xuất. Với loại mô hình này, các chức năng được phân thành nhiều cấp khác nhau, như được minh hoạ trên *Hình 1.1*.




***Hình 1.1*** *Mô hình hệ thống truyền thông công nghiệp*

Càng ở các cấp dưới thì các chức năng càng mang tính chất cơ bản hơn và đòi hỏi yêu cầu cao hơn về độ nhạy, thời gian phản ứng. Một chức năng ở cấp trên được thực hiện dựa trên các chức năng cấp dưới, tuy không đòi hỏi thời gian phản ứng nhanh như ở cấp dưới, nhưng ngược lại lượng thông tin cần trao đổi và xử lý lại lớn hơn nhiều. Có thể coi đây là một mô hình phân cấp chức năng cho cả hệ thống tự động hoá nói chung cũng như cho hệ thống truyền thông nói riêng của một công ty.

Tương ứng với năm cấp chức năng là bốn cấp của hệ thống truyền thông. Từ cấp điều khiển giám sát trở xuống thuật ngữ "Bus" thường được dùng thay cho "Mạng", với lý do phần lớn các hệ thống mạng phía dưới đều có cấu trúc vật lý hoặc logic kiểu Bus.

### *1.2.1 Bus trường*

Bus trường (*fieldbus*) thực ra là một khái niệm chung để chỉ các hệ thống Bus nối tiếp, sử dụng kỹ thuật truyền tin số để kết nối các thiết bị thuộc cấp điều khiển (PC, PLC) với nhau và với các thiết bị ở cấp chấp hành hay các thiết bị trường. Các chức năng chính của cấp chấp hành là đo lường, dẫn động và chuyển đổi tín hiệu trong trường hợp cần thiết. Các thiết bị có khả năng nối mạng là các bộ vào/ra phân tán (*distributed I/O*), các thiết bị cảm biến (*sensor*) hoặc cơ cấu chấp hành (*actuator*) có tích hợp khả năng xử lý truyền thông. Một số kiểu Bus trường chỉ thích hợp nối mạng các thiết bị cảm biến và cơ cấu chấp hành với các bộ điều khiển, cũng được gọi là *Bus chấp hành/cảm biến*.

Do nhiệm vụ của Bus trường là chuyển dữ liệu quá trình lên cấp điều khiển để xử lý và chuyển quyết định điều khiển xuống các cơ cấu chấp hành, vì vậy yêu cầu về tính năng thời gian thực được đặt lên hàng đầu. Thời gian phản ứng tiêu biểu nằm trong phạm vi từ 0,1 đến tới vài mili giây. Trong khi đó, yêu cầu về lượng thông tin trong một bức điện thường chỉ hạn chế trong khoảng một vài byte, vì vậy tốc độ truyền thông thường chỉ cần ở phạm vi Mbit/s hoặc thấp hơn. Việc trao đổi thông tin về các biến quá trình chủ yếu mang tính chất định kỳ, tuần hoàn, bên cạnh các thông tin cảnh báo có tính chất bất thường.

Các hệ thống Bus trường được sử dụng rộng rãi nhất hiện nay là *PROFIBUS, Controlnet, Interbus-s, CAN, WorldlFIP, P-NET, Modbus* và gần đây phải kể tới *Foundation Fiedbus. DeviceNet, AS-Interface, EIB* và *Bit bus* là một vài hệ thống Bus cảm biến/chấp hành tiêu biểu có thể nêu ra ở đây.

### *1.2.2 Bus hệ thống, Bus quá trình*

Các hệ thống mạng công nghiệp được dùng để kết nối các máy tính điều khiển và các máy tính trên cấp điều khiển giám sát với nhau được gọi là *Bus hệ thống* (*system bus*) hay *Bus quá trình* (*process bus*). Khái niệm sau thường chỉ được dùng trong lĩnh vực điều khiển quá trình. Qua Bus hệ thống mà các máy tính điều khiển có thể phối hợp hoạt động, cung cấp dữ liệu quá trình cho các trạm kỹ thuật và trạm quan sát (có thể gián tiếp thông qua hệ thống quản lý cơ sở dữ liệu trên các trạm chủ) cũng như nhận mệnh lệnh, tham số điều khiển từ các trạm phía trên. Thông tin không những được trao đổi theo chiều dọc, mà còn theo chiều ngang. Các trạm kỹ thuật, trạm thao tác và các trạm chủ cũng trao đổi dữ

liệu qua Bus hệ thống. Ngoài ra các máy in báo cáo và lưu trữ dữ liệu cũng được kết nối qua mạng này.

Đối với Bus hệ thống, tuỳ theo lĩnh vực ứng dụng mà đòi hỏi về tính năng thời gian thực có được đặt ra một cách ngặt nghèo hay không. Thời gian phản ứng tiêu biểu nằm trong khoảng một vài trăm mili giây, trong khi lưu lượng thông tin cần trao đổi lớn hơn nhiều so với Bus trường. Tốc độ truyền thông tiêu biểu của Bus hệ thống nằm trong phạm vi từ vài trăm kbit/s đến vài Mbit/s.

Do các yêu cầu về tốc độ truyền thông và khả năng kết nối dễ dàng nhiều loại máy tính, kiểu Bus hệ thống thông dụng nhất là *Ethernet* cũng như *Industrial Ethernet*. Bên cạnh đó phải kể đến *PROFIBUS-FMS, Modbus Plus* và *Fielbus Foundation's High Speed Ethernet.*

### *1.2.3 Mạng xí nghiệp*

Mạng xí nghiệp thực ra là một mạng LAN bình thường, có chức năng kết nối các máy tính văn phòng thuộc cấp điều hành với cấp điều khiển giám sát. Thông tin được đưa lên trên bao gồm trạng thái làm việc của các quá trình kỹ thuật của hệ thống điều khiển tự động, các số liệu tính toán, thống kê về diễn biến quá trình sản xuất và chất lượng sản phẩm. Thông tin theo chiều ngược lại là các thông số thiết kế, công thức điều khiển và mệnh lệnh điều hành. Ngoài ra, thông tin cũng được trao đổi mạnh theo chiều ngang giữa các máy tính thuộc cấp điều hành sản xuất, ví dụ hỗ trợ kiểu làm việc theo nhóm, sử dụng chung các tài nguyên nối mạng (máy in, máy chủ…).

Khác với các hệ thống Bus cấp dưới, mạng xí nghiệp không yêu cầu nghiêm ngặt về tính năng thời gian thực. Việc trao đổi dữ liệu thường diễn ra không định kỳ, nhưng có khi với số lượng lớn tới hàng Mbyte. Hai loại mạng được dùng phổ biến cho mục đích này là *Ethernet* và *Token-Ring*, trên cơ sở các giao thức chuẩn như *TCP/IP* và *IPX/SPX*.

### *1.2.4 Mạng công ty*

Mạng công ty, nằm trên cùng trong một mô hình phân cấp hệ thống truyền thông của một công ty sản xuất công nghiệp. Đặc trưng của mạng công ty gần với một mạng viễn thông hoặc một mạng máy tính diện rộng. Chức năng của mạng công ty là kết nối các máy tính văn phòng của các xí nghiệp, cung cấp các dịch vụ trao đổi thông tin nội bộ và với các khách hàng như thư điện tử, thư viện điện tử, hội thảo từ xa… Hình thức tổ chức ghép nối mạng, cũng như các công nghệ được áp

dụng rất đa dạng, tuỳ thuộc vào đầu tư của công ty. Trong nhiều trường hợp, mạng công ty và mạng xí nghiệp được thực hiện bằng một hệ thống mạng duy nhất về mặt vật lý, nhưng chia thành nhiều phạm vi và nhóm mạng làm việc riêng biệt.

Mạng công ty có vai trò như một đường cao tốc trong hệ thống hạ tầng cơ sở truyền thông của một công ty, vì vậy đòi hỏi về tốc độ truyền thông và độ an toàn, tin cậy đặc biệt cao. *Fast Ethernet, FDDI, ATM* là một vài ví dụ công nghệ tiên tiến được áp dụng ở đây trong hiện tại và tương lai.

## 1.3 Tổng quan về mạng công nghiệp SIMATIC NET

Xuất phát từ những yêu cầu thực tiễn trên, hãng SIEMENS cung cấp một cách tổng thể hệ thống mạng truyền thông *SIMATIC NET* với những đặc điểm nổi trội nhằm phục vụ, hỗ trợ và giúp việc thiết kế hệ thống điều khiển đo lường một cách dễ dàng nhất. *SIMATIC NET* cung cấp các loại mạng sau:

1. *Mạng nhiều điểm (MultiPoint Interface, MPI):* Mạng MPI được sử dụng cho các mạng thuộc cấp trường hay cấp điều khiển với yêu cầu về khoảng cách giữa các trạm không lớn. Mạng cho phép liên kết tại nhiều điểm trên mạng và liên kết với các thiết bị của SIMATIC như S7/C7 hay SIMATIC PCs. Thiết kế mạng MPI phục vụ cho mục đích ghép nối một số lượng nhỏ các CPU (không quá 32 trạm) với dung lượng truyền thông nhỏ.

2. *Mạng PROFIBUS:* Là một mạng xây dựng theo phương pháp hệ truyền thông mở không phụ thuộc nhiều vào nhà chế tạo (*Open Communication Network*) phục vụ cho các cấp điều khiển và cấp trường. Mạng PROFIBUS được cung cấp theo ba chủng loại:

- *PROFIBUS-DP* phục vụ cho việc trao đổi một dung lượng thông tin nhỏ, nhưng đòi hỏi tốc độ truyền nhanh và tuần hoàn giữa một trạm chủ và nhiều trạm tớ ở cấp trường.

- *PROFIBUS-FMS* phục vụ cho việc trao đổi dữ liệu có dung lượng trung bình giữa các thành viên bình đẳng với nhau trong mạng.

- *PROFIBUS-PA* là thể loại Bus trường thích hợp cho các hệ thống đo lường và điều khiển phân tán trong các ngành công nghiệp chế biến hóa dầu. Thực chất PROFIBUS-PA là PROFIBUS-DP khi có sự thay đổi phương pháp truyền dẫn nhằm bảo đảm về an toàn cháy nổ theo

chuẩn IEC 61158-2 và một số quy định chuyên biệt về thông số và đặc tính của các thiết bị trường.

3. *Mạng Ethernet công nghiệp (Industrial Ethernet, IE):* Hệ thống truyền thông mở này phục vụ cho cấp quản lý công ty, điều hành sản xuất và điều khiển giám sát. Mạng này chiếm ưu thế bởi nó có tốc độ truyền thông cao với dung lượng thông tin lớn. Thông qua các thiết bị mạng như Gateway có thể liên kết nhiều mạng có các cấu trúc khác nhau.

4. *Giao diện điểm tới điểm (Point to Point Interface, PPI):* SIMATIC sử dụng giao diện này để thực hiện ghép nối các thiết bị điều khiển và giao diện người máy theo kiểu điểm-điểm.

5. *Giao diện cơ cấu chấp hành - cảm biến (Actuator Sensor Interface, AS-i):* Đây là mạng ở cấp thấp nhất trong hệ thống truyền thông công nghiệp nó phục vụ việc ghép nối tầng chức năng chấp hành như các cảm biến và các cơ cấu chấp hành số với tầng chức năng điều khiển. Dung lượng truyền dữ liệu tối đa cho mỗi trạm trong một thông báo là 4 bit.

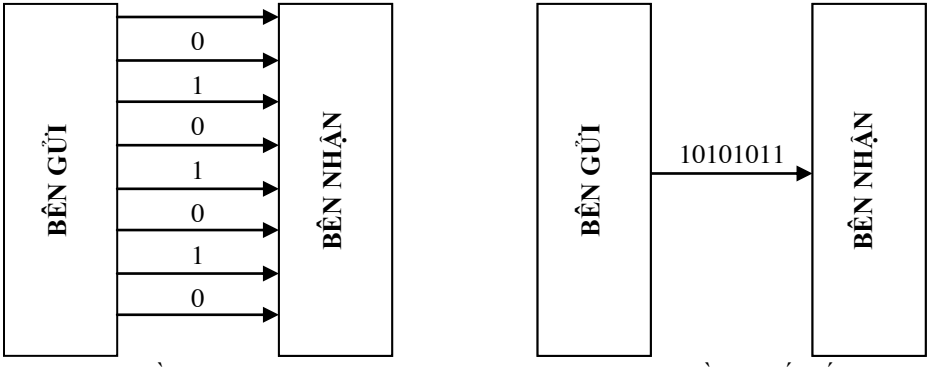
# Chương 2
# CƠ SỞ KỸ THUẬT TRUYỀN THÔNG

## 2.1 Chế độ truyền dẫn

### *2.1.1 Truyền bit song song và truyền bit nối tiếp*

***Truyền bit song song***

Phương pháp truyền bit song song (*Hình 2.1*) được dùng phổ biến trong các Bus nội bộ của máy tính như Bus địa chỉ, Bus dữ liệu và Bus điều khiển. Tốc độ truyền tải phụ thuộc vào số các kênh dẫn, hay cũng chính là độ rộng của một Bus song song ví dụ 8 bit, 16 bit, 32 bit hay 64 bit. Chính vì nhiều bit được truyền đi đồng thời, nên vấn đề đồng bộ hóa tại nơi phát và nơi nhận tín hiệu phải được giải quyết. Phạm vi ứng dụng của phương pháp truyền này chỉ hạn chế ở khoảng cách nhỏ, có yêu cầu rất cao về thời gian và tốc độ truyền.




*a) Truyền bit song song* *b) Truyền bit nối tiếp*

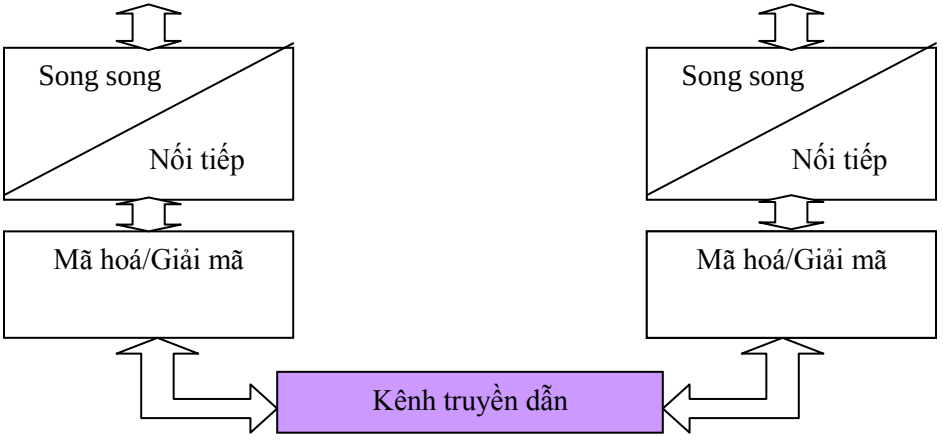
***Hình 2.1*** *Truyền bit song song và truyền bit nối tiếp*

*Truyền bit nối tiếp*

Với phương pháp này, từng bit được chuyển đi một cách tuần tự qua một đường truyền duy nhất (*Hình 2.1b*). Tuy tốc độ bit vì thế bị hạn chế, nhưng cách thực hiện lại đơn giản, độ tin cậy của dữ liệu cao. Tất cả các mạng truyền thông công nghiệp đều sử dụng phương pháp này.

Một mạng truyền thông công nghiệp có nhiệm vụ kết nối các thiết bị kỹ thuật có khả năng xử lý thông tin, xử lý dữ liệu. Những thiết bị đó

dù tồn tại dưới nào cũng đều là máy tính, có bộ vi xử lý và hệ thống Bus nội bộ song song. Vì vậy, để có thể truyền nối tiếp, ta cần các bộ chuyển đổi giữa Bus song song và nối tiếp (minh hoạ trên *Hình 2.2*).




***Hình 2.2*** *Nguyên tắc truyền bit nối tiếp*

### *2.1.2 Truyền đồng bộ và truyền không đồng bộ*

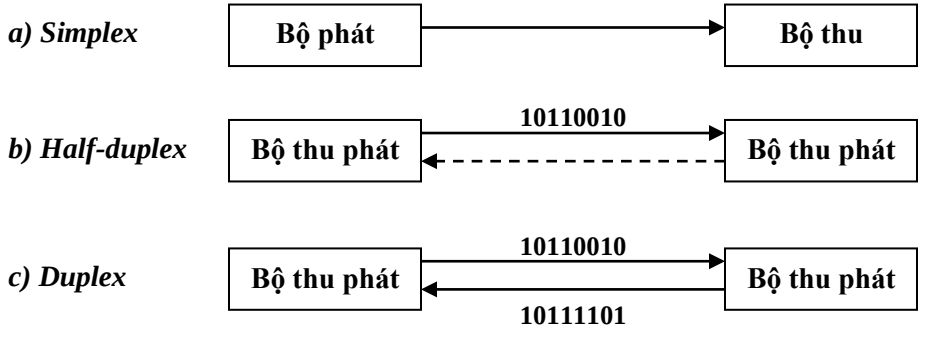
Sự phân biệt giữa chế độ truyền đồng bộ và không đồng bộ chỉ liên quan tới phương thức truyền bit song song. Trong chế độ truyền đồng bộ, các đối tác truyền thông làm việc theo cùng một nhịp, tức với cùng tần số và độ lệch pha cố định. Có thể quy định một trạm có vai trò tạo nhịp và dùng một đường dây riêng mang nhịp đồng bộ cho các trạm khác. Biện pháp kinh tế hơn là dùng một phương pháp mã hóa bit thích hợp để bên nhận có thể tái tạo nhịp đồng bộ từ chính tín hiệu mang dữ liệu. Nếu phương pháp mã hóa bit không cho phép như vậy, thì có thể dùng kỹ thuật đóng gói dữ liệu và bổ sung một dãy bit mang thông tin đồng bộ hóa vào phần đầu mỗi gói dữ liệu. Với chế độ truyền không đồng bộ, bên gửi và bên nhận không làm việc theo một nhịp chung. Dữ liệu trao đổi thường được chia thành từng nhóm 7 hoặc 8 bit, gọi là ký tự. Các ký tự được chuyển đi vào những thời điểm không đồng đều, vì vậy cần thêm hai bit để đánh dấu khởi đầu và kết thúc cho mỗi ký tự. Việc đồng bộ hóa được thực hiện với từng ký tự. Ví dụ, các mạch UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmiter*) thông dụng dùng bức điện 11 bit, bao gồm 8 bit ký tự, 2 bit khởi đầu cũng như kết thúc và 1 bit kiểm tra lỗi chẵn lẻ.

### *2.1.3 Truyền một chiều, hai chiều toàn phần và gián đoạn*

*Hình 2.3* thể hiện đường truyền dữ liệu theo ba chế độ, các chế độ truyền này ít phụ thuộc vào tính chất vật lý của môi trường truyền dẫn, mà phụ thuộc vào phương pháp truyền dẫn tín hiệu, chuẩn truyền dẫn (*RS-232, RS-422, RS-485,...*) và vào cấu hình của hệ thống truyền dẫn.

Trong chế độ truyền một chiều, thông tin chỉ được chuyển đi theo một chiều, một trạm chỉ có thể đóng vai trò hoặc là bên phát (*transmitter*) hoặc bên nhận thông tin (*Receiver*) trong suốt quá trình giao tiếp. Chế độ truyền một chiều hầu như không có vai trò trong mạng công nghiệp.

Chế độ truyền hai chiều gián đoạn cho phép mỗi trạm có thể tham gia gửi hoặc nhận thông tin, nhưng không cùng một lúc. Nhờ vậy thông tin được trao đổi theo cả hai chiều luân phiên trên cùng một đường truyền vật lý. Một ưu điểm của chế độ này là không đòi hỏi một cấu hình hệ thống phức tạp lắm, trong khi đó có thể đạt được tốc độ truyền tương đối cao. Một trạm có cả bộ phát lẫn bộ thu (*Transceiver*) khi bộ phát làm việc thì bộ thu nghỉ và ngược lại. Do đặc tính này nên chế độ truyền hai chiều gián đoạn chỉ thích hợp với kiểu liên kết *điểm-nhiều điểm* cũng như kiểu *nhiều điểm*, hay nói cách khác nó phù hợp với cấu trúc BUS. Trong một hệ thống Bus, trạm nào cũng có quyền phát nên cần một phương pháp phân chia thời gian (thời gian truy nhập Bus) để tránh xung đột tín hiệu. Trong khi một trạm phát thì tất cả các trạm khác phải ở trạng thái thu nhận tín hiệu. Chế độ này được sử dụng phổ biến trong mạng công nghiệp, ví dụ với chuẩn RS-485.




***Hình 2.3*** *Truyền Simplex, Half-duplex và Duplex*

Với chế độ truyền hai chiều toàn phần, mỗi trạm đều có thể gửi và nhận thông tin cùng một lúc. Thực chất, chế độ này chỉ khác với chế độ

hai chiều gián đoạn ở chỗ phải sử dụng hai đường truyền riêng biệt cho thu và phát, tức là khác ở cấu hình hệ thống truyền thông. Dễ dàng nhận thấy, chế độ hai chiều toàn phần chỉ thích hợp với kiểu liên kết *điểm-điểm,* hay nói cách khác là phù hợp với cấu trúc mạch vòng và cấu trúc hình sao.

## 2.2 Cấu trúc mạng - Topology

### *2.2.1 Cấu trúc BUS*

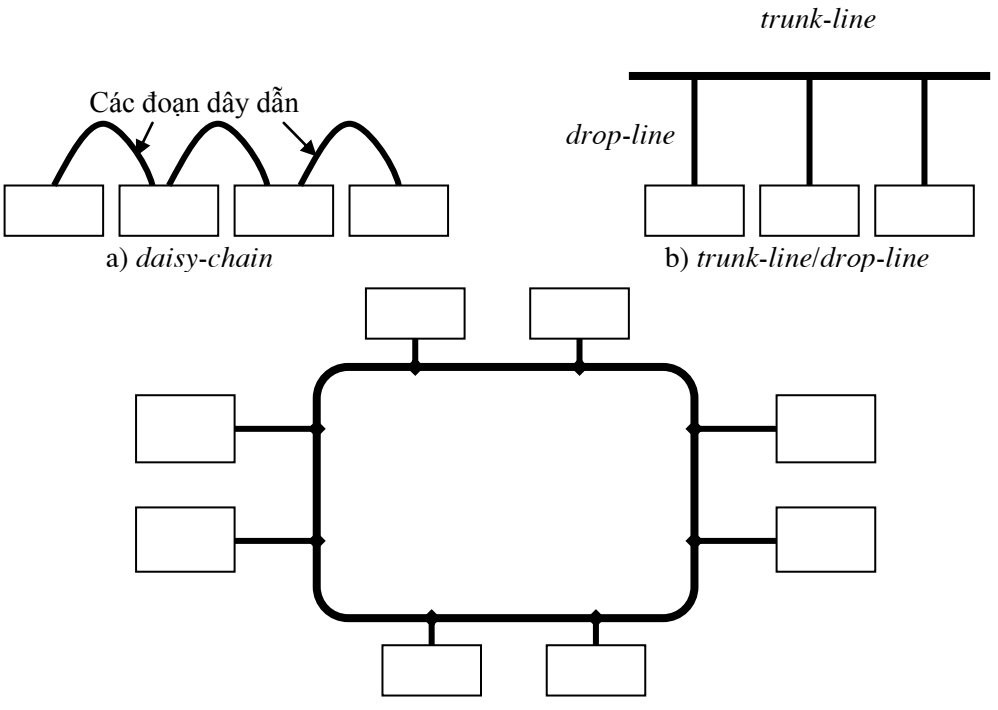
Trong cấu trúc đơn giản này, tất cả các thành viên của mạng đều được nối trực tiếp với một đường dẫn chung. Đặc điểm cơ bản của cấu trúc BUS là việc sử dụng chung một đường dẫn duy nhất cho tất cả các trạm, vì thế tiết kiệm được cáp dẫn và công lắp đặt. Có thể phân biệt ba kiểu cấu hình trong cấu trúc BUS: *daisy-chain* và *trunk-line/drop-line* và *mạch vòng không tích cực* (*Hình 2.4*).

Bên cạnh việc tiết kiệm dây dẫn thì tính đơn giản, dễ thực hiện là những ưu điểm chính của cấu trúc BUS, nhờ vậy mà cấu trúc này phổ biến nhất trong các hệ thống mạng công nghiệp. Trường hợp một trạm không làm việc (do hỏng hóc, do cắt nguồn,…) sẽ không làm ảnh hưởng tới phần mạng còn lại. Một số hệ thống còn có thể tách một trạm ra khỏi mạng hoặc thay thế một trạm trong khi cả hệ thống vẫn hoạt động bình thường.

Tuy nhiên việc dùng chung một đường dẫn đòi hỏi một phương pháp phân chia thời gian sử dụng Bus thích hợp để tránh xung đột tín hiệu. Nguyên tắc truyền thông được thực hiện như sau: Tại một thời điểm nhất định chỉ có một thành viên trong mạng được gửi tín hiệu, còn các thành viên khác chỉ có quyền nhận.

Ngoài việc cần phải kiểm soát truy nhập môi trường, cấu trúc BUS có những nhược điểm sau:

- Một tín hiệu gửi đi có thể tới tất cả các trạm và theo một trình tự không kiểm soát được, vì vậy phải thực hiện phương pháp gán địa chỉ (logic) theo kiểu thủ công cho từng trạm, trong thực tế công việc gán địa chỉ này gây ra không ít khó khăn.
- Tất cả các trạm đều có khả năng phát và phải luôn luôn "nghe" đường truyền để phát hiện ra thông tin có phải gửi cho mình hay không, nên phải được thiết kế sao cho đủ tải với số trạm tối đa. Đây chính là lý do phải hạn chế số trạm trong một đoạn mạng. Khi cần mở rộng mạng, phải dùng thêm các bộ lặp.




***Hình 2.4*** *Cấu trúc BUS*

• Chiều dài dây dẫn thường tương đối dài, vì vậy đối với cấu trúc đường thẳng xảy ra hiện tượng phản xạ tại mỗi đầu dây làm giảm chất lượng của tín hiệu. Để khắc phục vấn đề này người ta chặn hai đầu dây dẫn bằng hai trở đầu cuối. Việc sử dụng các trở đầu cuối cũng làm tăng tải của hệ thống.

• Trường hợp đường dẫn bị đứt hoặc do ngắn mạch trong phần kết nối Bus của một trạm bị hỏng đều dẫn đến ngừng hoạt động của cả hệ thống. Việc định vị lỗi ở đây cũng gặp rất nhiều khó khăn.

• Cấu trúc đường thẳng, liên kết đa điểm cố hữu gây khó khăn trong việc áp dụng các công nghệ mới truyền tín hiệu sử dụng cáp quang.

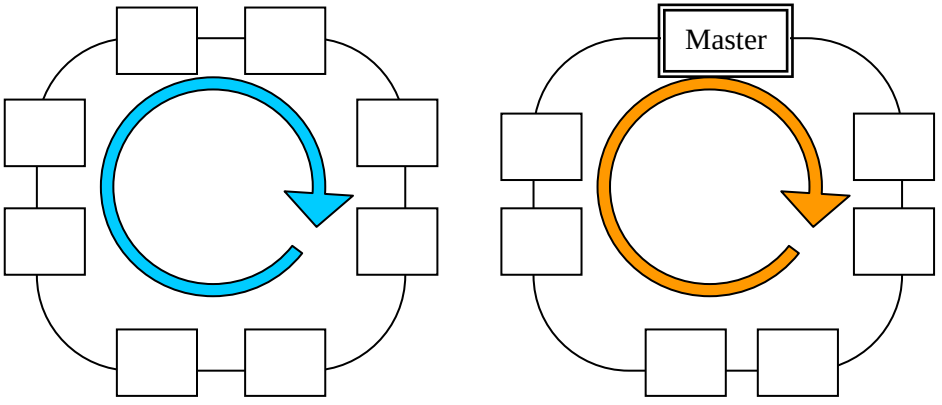
Một số ví dụ mạng công nghiệp tiêu biểu sử dụng cấu trúc BUS là *PROFIBUS, CAN, WorlFIP, Foudation Fiedbus, LonWorks, AS-Interface* và *Ethernet.*

### *2.2.2 Cấu trúc mạch vòng (tích cực)*

Trong cấu trúc mạch vòng các thành viên trong mạng được nối từ điểm này đến điểm kia một cách tuần tự tạo mạch vòng khép kín và đều tham gia tích cực vào việc kiểm soát dòng tín hiệu. Dữ liệu được truyền đi theo một chiều quy định và được hủy bỏ khi về trở lại trạm phát.

Ưu điểm cơ bản của cấu trúc mạch vòng là mỗi một nút đồng thời có thể là một bộ khuếch đại, do vậy khi thiết kế mạng theo kiểu này thì khoảng cách và số trạm được nâng lên. Mỗi trạm có khả năng vừa nhận vừa phát tín hiệu cùng một lúc, bởi chúng ngăn cách mạch vòng thành hai phần và tín hiệu chỉ đi theo một chiều nên tránh được xung đột tín hiệu. Trên *Hình 2.5* có hai kiểu mạch vòng được minh hoạ:

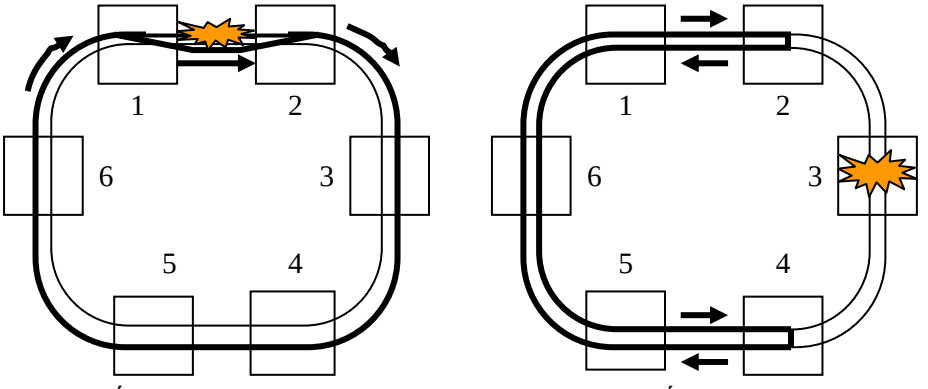
- *Kiểu mạch vòng không có điều khiển trung tâm*: Các trạm đều bình đẳng như nhau trong quyền nhận và phát tín hiệu, việc kiểm soát đường dẫn sẽ do các trạm tự đảm nhiệm phân chia.
- *Kiểu mạch vòng có điều khiển trung tâm*: Sẽ có một trạm đóng vai trò trạm chủ nhằm kiểm soát việc truy nhập đường dẫn.




*a) Không có điều khiển trung tâm* *a) Có điều khiển trung tâm*

***Hình 2.5** Cấu trúc mạch vòng*

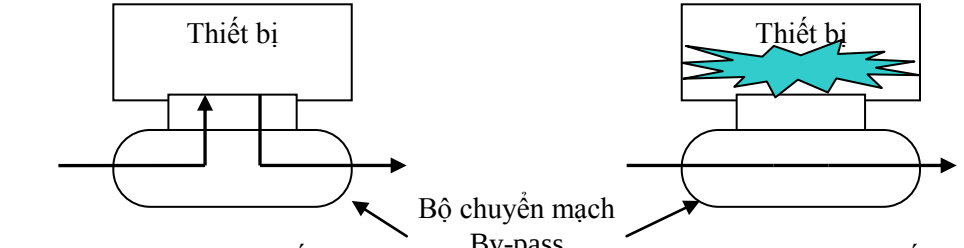
Một ưu điểm nữa của cấu trúc mạch vòng là khả năng xác định vị trí xảy ra sự cố trong mạng và việc xử lý sự cố khi có một đường dây dự phòng như ở FDDI (*Hình 2.6*).




*a) Sự cố đường dây giữa 1 và 2* *b) Sự cố trạm 3*

***Hình 2.6** Xử lý sự cố trong mạch vòng đúp*

Một kỹ thuật khác được áp dụng xử lý sự cố tại một trạm là dùng các bộ chuyển mạch *By-pass* tự động, như minh hoạ trên *Hình 2.7*. Mỗi trạm thiết bị sẽ được đấu với mạch vòng nhờ bộ chuyển mạch này. Trong trường hợp sự cố xảy ra, bộ chuyển mạch sẽ tự động phát hiện và chuyển mạch, bỏ qua thiết bị được nối mạng qua nó.




*a) Trước khi xảy ra sự cố* *b) Sau khi xảy ra sự cố*

***Hình 2.7** Sử dụng bộ chuyển mạch By-pass trong mạch vòng*

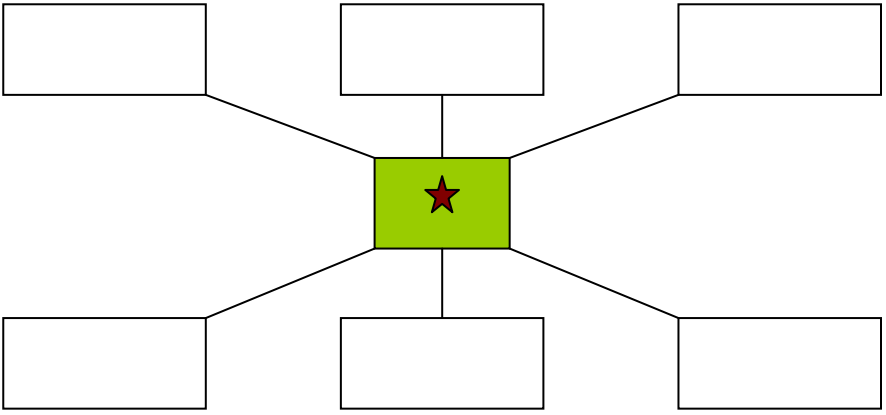
Cấu trúc mạch vòng được sử dụng trong một số hệ thống có độ tin cậy cao như *Interbus, Token-Ring (IBM)* và đặc biệt là *FDDI*.

### *2.2.3 Cấu trúc hình sao*

Cấu trúc hình sao là một cấu trúc mà có một trạm trung tâm quan trọng hơn tất cả và sẽ điều khiển sự truyền thông của toàn mạng. Các thành viên khác được kết nối gián tiếp với nhau qua trạm trung tâm theo kiểu liên kết về mặt vật lý là *điểm-điểm*. Tuy nhiên, liên kết về mặt logic

vẫn có thể là *nhiều điểm*. Nếu trạm trung tâm đóng vai trò tích cực, nó có thể đảm đương nhiệm vụ kiểm soát toàn bộ việc truyền thông của mạng, còn nếu không sẽ chỉ như một bộ chuyển mạch.

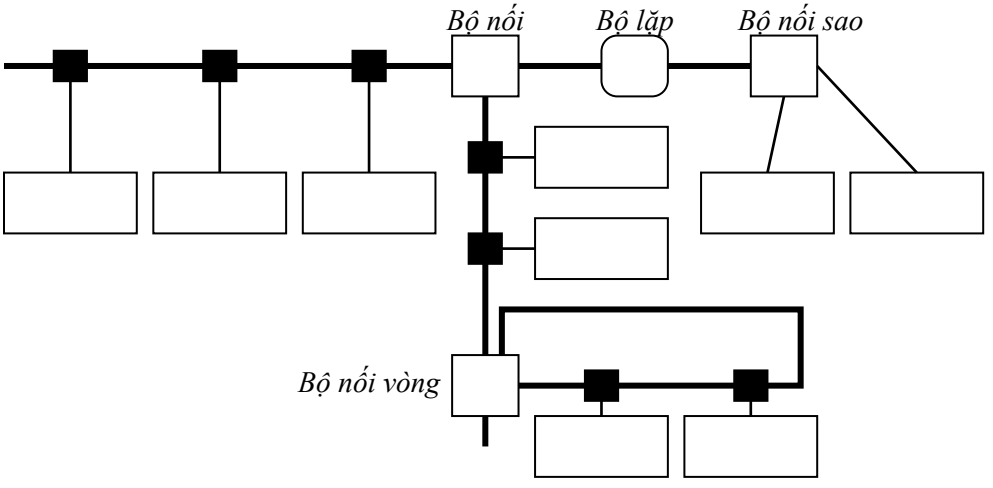
Một nhược điểm của cấu trúc hình sao là tốn dây dẫn. Đối với mạng truyền thông công nghiệp, cấu trúc hình sao tìm thấy trong phạm vi nhỏ, ví dụ các bộ chia, thường dùng vào mục đích mở rộng các cấu trúc khác. Lưu ý rằng, trong nhiều trường hợp một mạng cấu trúc hình sao về mặt vật lý lại có cấu trúc logic như một hệ Bus, bởi các trạm vẫn có thể tự do liên lạc như không có sự tồn tại của trạm trung tâm. Chính các hệ thống mạng Ethernet công nghiệp ngày nay sử dụng phổ biến cấu trúc này kết hợp với kỹ thuật chuyển mạch và phương pháp truyền dẫn tốc độ cao.



***Hình 2.8*** *Cấu trúc hình sao*

### *2.2.4 Cấu trúc hình cây*

Cấu trúc hình cây thực chất không phải là một cấu trúc cơ bản. Một mạng có cấu trúc hình cây chính là sự liên kết của nhiều mạng con có cấu trúc đường thẳng, mạch vòng hoặc hình sao như *Hình 2.9*. Đặc trưng của cấu trúc cây là sự phân cấp đường dẫn. Để chia đường trục ra các đường nhánh, có thể dùng các bộ nối tích cực (*Active Coupler*), hoặc nếu muốn tăng số trạm cũng như phạm vi của một mạng đồng nhất có thể dùng các bộ lặp (*Repeater*). Trong trường hợp các mạng con này hoàn toàn khác loại thì phải dùng tới các bộ liên kết mạng khác như *Bridge, Router* và *Gateway*. Một số ví dụ các hệ thống cho phép xây dựng cấu trúc cây cho một mạng đồng nhất là *Fundation Fieldbus, LonWorks, DeviceNet, AS-Interface.*




***Hình 2.9*** *Cấu trúc cây*

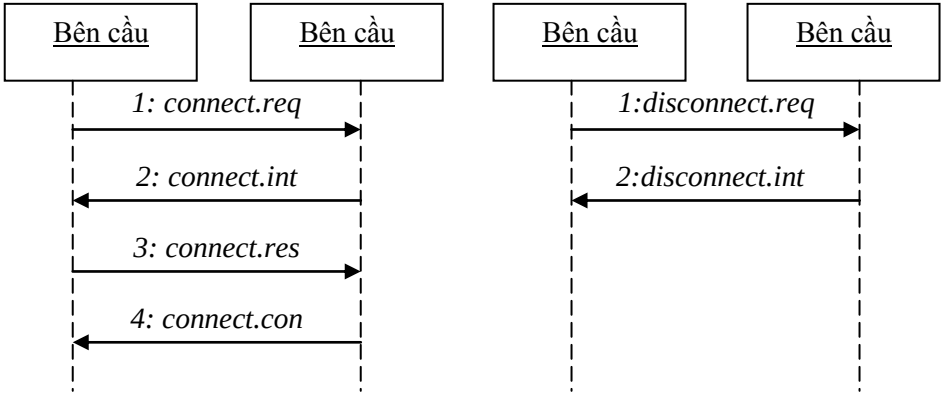
## 2.3. Kiến trúc giao thức

### *2.3.1 Dịch vụ truyền thông*

Một hệ thống truyền thông cung cấp dịch vụ truyền thông cho các thành viên trong mạng. Các dịch vụ đó được dùng cho việc thực hiện các nhiệm vụ khác nhau như trao đổi dữ liệu, báo cáo trạng thái, tạo lập cấu hình và tham số hoá thiết bị trường, giám sát thiết bị và cài đặt chương trình. Các dịch vụ truyền thông do nhà cung cấp hệ thống truyền thông thực hiện bằng phần cứng hoặc phần mềm. Việc khai thác các dịch vụ đó từ phía người sử dụng phải thông qua phần mềm giao diện mạng, để tạo lập các chương trình phần mềm ứng dụng, ví dụ chương trình điều khiển, giao diện *người-máy* (HMI) và điều khiển giám sát (SCADA). Các giao diện mạng này có thể được cài đặt sẵn trên các công cụ phần mềm chuyên dụng (Ví dụ phần mềm lập trình PLC, phần mềm SCADA, phần mềm quản lý mạng), hoặc qua các thư viện phần mềm dưới dạng các hàm dịch vụ (*C/C$^{++}$, VisualBasic, Delphi...).*

Có thể phân loại dịch vụ truyền thông dựa theo các cấp khác nhau: Các dịch vụ sơ cấp (ví dụ như tạo và ngắt nối), dịch vụ cấp thấp (ví dụ như trao đổi dữ liệu) và các dịch vụ cao cấp (tạo lập cấu hình, báo cáo trạng thái). Một dịch vụ ở cấp cao hơn có thể sử dụng các dịch vụ cấp thấp hơn để thực hiện các chức năng của nó. Việc thực hiện tất cả các dịch vụ dựa trên các nguyên hàm dịch vụ (*Service Primitive*), gồm có:

- Yêu cầu (*Request*) dịch vụ, ký hiệu là *.req*, ví dụ như *connect.req.*
- Chỉ thị (*Indication*) nhận lời dịch vụ, ký hiệu là *.ind*, ví dụ *connect.ind*.
- Đáp ứng (*Response*) dịch vụ, ký hiệu là *.res*, ví dụ *connect.res.*
- Xác nhận (*Confirmation*) đã nhận được đáp ứng, ký hiệu là *.con*, ví dụ *connect.con.*




*a) Dịch vụ có xác nhận* *b) Dịch vụ không xác nhận*

***Hình 2.10** Dịch vụ có xác nhận và dịch vụ không xác nhận*

Dựa trên quan hệ giữa bên cung cấp dịch vụ và bên yêu cầu dịch vụ cũng có thể phân biệt giữa loại dịch vụ có xác nhận và dịch vụ không xác nhận. Dịch vụ có xác nhận đòi hỏi sử dụng cả bốn nguyên hàm, trong khi đó dịch vụ không xác nhận bỏ qua đáp ứng và xác nhận. *Hình 2.10* minh hoạ cho hai trường hợp là dịch vụ tạo nối (*connect*) và ngắt nối (*disconnect*).

### *2.3.2 Giao thức*

Giao thức chính là cơ sở cho việc thực hiện và sử dụng các dịch vụ truyền thông. Một chuẩn giao thức bao gồm các thành phần sau:

- *Cú pháp (Syntax):* Quy định về cấu trúc bức điện, gói dữ liệu dùng khi trao đổi, trong đó có phần thông tin hữu ích (dữ liệu) và các thông tin bổ trợ như địa chỉ, thông tin điều khiển, thông tin kiểm lỗi.
- *Ngữ nghĩa (Sematic):* Quy định ý nghĩa cụ thể của từng phần trong một bức điện, như phương pháp định địa chỉ, phương pháp bảo toàn dữ liệu, thủ tục điều khiển dòng thông tin, xử lý lỗi,...

• *Định thời (Timing):* Quy định về trình tự, thủ tục giao tiếp, chế độ truyền (đồng bộ hay không đồng bộ), tốc độ truyền thông,..

Việc thực hiện một dịch vụ truyền thông trên cơ sở các giao thức tương ứng được gọi là xử lý giao thức. Nói một cách khác, quá trình xử lý giao thức có thể là mã hóa (xử lý giao thức bên gửi) và giải mã (xử lý giao thức bên nhận). Có các giao thức cấp thấp và giao thức cao cấp. Giao thức cao cấp gần với người sử dụng, thường được thực hiện bằng phần mềm. Một số ví dụ về giao thức cao cấp là FTP (*File Transfer Protocol*) dùng trong trao đổi các file từ xa, HTTP (*HyperText Transfer Protocol*) dùng để trao đổi các trang HTML trong các ứng dụng Web, MMS (*Manufactoring Message Specification*) dùng trong tự động hóa công nghiệp. Giao thức cấp thấp gần phần cứng, thường được thực hiện trực tiếp bởi các mạch điện tử. Một số ví dụ giao thức cấp thấp quen thuộc là TCP/IP (*Transmission Cotrol Protocol/Internet Protocol*) được dùng phổ biến trong Internet, HART (*Highway Adressable Remote Transducer*) dùng trong điều khiển quá trình, HDLC (*High Level Data-link Control*) làm cơ sở cho nhiều giao thức khác và UART dùng trong đa số các giao diện vật lý của các hệ thống Bus trường. Hai giao thức HDLC và UART có vai trò quan trọng trong truyền thông.

***Giao thức HDLC***

HDLC cho phép chế độ truyền bit nối tiếp đồng bộ hoặc không đồng bộ. Một bức điện, hay còn gọi là khung (*frame*) có cấu trúc như sau:

| 01111110 | 8/16 bit | 8 bit | N bit | 16/32 bit | 01111110 |
|---|---|---|---|---|---|
| Cờ | Địa chỉ | Điều khiển | Dữ liệu | FCS | Cờ |

Mỗi khung được khởi đầu và kết thúc bằng một cờ hiệu (*flag*) với dãy bit 01111110. Dãy bit này được đảm bảo không bao giờ xuất hiện trong các phần thông tin quan trọng khác qua phương pháp nhồi bit (*bit stuffing*). Ô địa chỉ chứa địa chỉ bên gửi và bên nhận. Tuỳ theo cách gán địa chỉ 4 hoặc 8 bit (tương ứng với 32 hoặc 256 địa chỉ khác nhau), ô này có chiều dài là 8 hoặc 16 bit.

Cấu trúc của ô thông tin điều khiển được quy định như sau:

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I-Format | 0 | N(S) | | | P/F | N(R) | | |
| S-Format | 1 | 0 | S | | P/F | N(R) | | |
| U-Format | 1 | 1 | M | | P/F | M | | |

Trong đó, các ký hiệu viết tắt có ý nghĩa như sau:

- N(S): Số thứ tự khung gửi đã được chia modulo cho 8.
- N(R): Số thứ tự khung chờ nhận được chia modulo cho 8.
- P/F: Bit chỉ định kết thúc quá trình truyền.
- S,M: Các bit có chức năng khác.

Trong HDLC có ba loại bức điện, được phân biệt qua ô thông tin điều khiển (8 bit), đó là:

- *Infrmation Frames:* Khung thông tin (*I-Format*).
- *Supervisory Frames:* Khung giám sát vận chuyển dữ liệu (*S-Format*).
- *Unnumbered Frames:* Khung bổ trợ kiểm soát mối liên kết.

Ô thông tin có độ dài biến thiên, cũng có thể để trống nếu như bức điện không dùng vào mục đích vận chuyển dữ liệu. Sau ô thông tin là đến dãy bit kiểm lỗi (*Frame Check Sequence, FCS*), dùng vào mục đích bảo toàn dữ liệu. Tốc độ truyền tiêu biểu đối với HDLC từ 9,6 kbit/s đến 2 Mbit/s.

***Giao thức UART***

UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmiter*) là một mạch vi điện tử được sử dụng rộng rãi cho việc truyền bit nối tiếp cũng như chuyển đổi song song/nối tiếp giữa các đường truyền và Bus máy tính. UART cho phép lựa chọn giữa các chế độ truyền một chiều, hai chiều đồng bộ hoặc không đồng bộ. Việc truyền tải được thực hiện theo từng ký tự 7 hoặc 8 bit, được bổ sung 2 bit đánh dấu đầu cuối và một bit kiểm tra lỗi chẵn lẻ (*Parity bit*). Ví dụ với ký tự 8 bit được minh họa dưới đây.

| Start | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | P | Stop |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | LSB | | | | | | | MSB | | 1 |

Bit khởi đầu (*Start bit*) bao giờ cũng là 0 và bit kết thúc (*Stop bit*) bao giờ cũng là 1. Các bit trong một ký tự được truyền theo thứ tự từ bit thấp (*LSB*) tới bit cao (MSB). Giá trị của bit chẵn lẻ P phụ thuộc vào cách chọn:

- *Nếu chọn parity chẵn*, thì P bằng 0 khi tổng số bit 1 là chẵn.
- *Nếu chọn parity lẻ*, thì P bằng 0 khi tổng số bit 1 là lẻ.

Dựa vào bit đầu cuối và tốc độ truyền thông đã được đặt trước cho cả hai bên, bên nhận thông tin phải tự chỉnh lấy nhịp lấy mẫu của mình để đồng bộ với bên gửi.

### *2.3.3 Kiến trúc giao thức OSI.*

Theo mô hình tham chiếu OSI (*Open Systems Interconnection*) thì chức năng của một hệ truyền thông được chia thành bảy lớp, tương ứng mỗi lớp dịch vụ là một lớp giao thức. *Hình 2.11* là cấu trúc của mô hình tham chiếu OSI, trong đó:

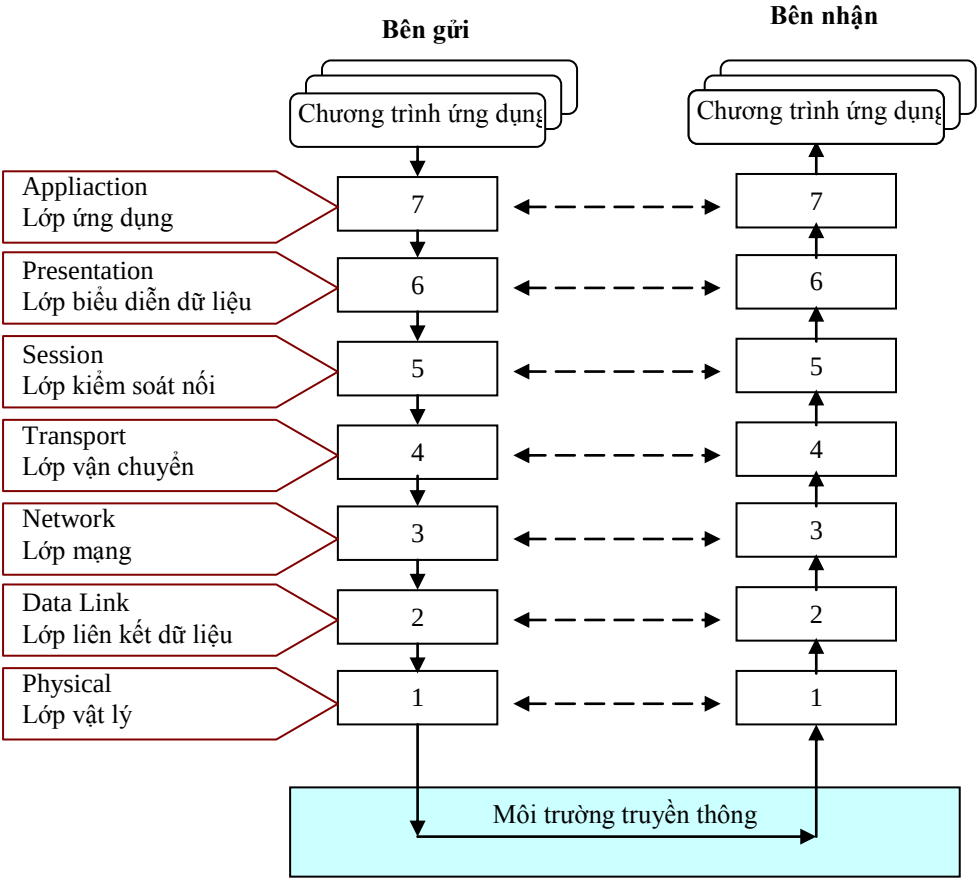
• *Lớp vật lý (Physical Layer):* Lớp này đảm nhiệm toàn bộ công việc truyền dẫn dữ liệu bằng phương tiện vật lý. Các quy định ở đây mô tả giao diện vật lý giữa một trạm thiết bị và môi trường truyền thông:

- Các chi tiết về cấu trúc mạng (Bus, cây, hình sao...).
- Chuẩn truyền dẫn (RS-485, IEC1158-2,...).
- Phương pháp mã hoá bit (NRZ, Manchester, FSK...).
- Các tốc độ truyền cho phép.
- Giao diện cơ học (phích cắm, giắc cắm...).

• *Lớp liên kết dữ liệu (Data Link Layer):* Có trách nhiệm truyền dẫn dữ liệu một cách tin cậy thông qua mối liên kết vật lý, trong đó bao gồm việc điều khiển các truy nhập môi trường truyền dẫn và bảo toàn dữ liệu. Nó chia thành hai lớp con: Lớp điều khiển truy nhập môi trường (*Medium Access Control, MAC*) và lớp điều khiển liên kết logic (*Logical Link Control, LLC*).

• *Lớp mạng (Network Layer):* Có trách nhiệm tối ưu hoá việc vận chuyển dữ liệu. Trong hệ thống truyền thông công nghiệp lớp mạng không có ý nghĩa bởi nhu cầu trao đổi dữ liệu giữa hai trạm thuộc hai mạng khác nhau hầu như không có.

• *Lớp vận chuyển (Transport Layer):* Có chức năng cung cấp các dịch vụ cho việc thực hiện vận chuyển dữ liệu giữa các chương trình ứng dụng. Do các đặc điểm riêng của mạng truyền thông công nghiệp, một số nhiệm vụ cụ thể của lớp vận chuyển trở nên không cần thiết, ví dụ việc dồn kênh hoặc kiểm soát lưu thông. Một số chức năng khác được dồn lên kết hợp với lớp ứng dụng để tiện việc thực hiện và tạo điều kiện cho người sử dụng tự chọn phương pháp tối ưu và nâng cao hiệu suất truyền thông.




***Hình 2.11*** *Mô hình tham chiếu OSI*

• *Lớp kiểm soát nối, lớp phiên (Session layer):* Chức năng của lớp này là kiểm soát mối liên kết truyền thông giữa các chương trình ứng dụng, bao gồm việc tạo lập, quản lý và kết thúc các đường nối giữa các ứng dụng của đối tác. Trong các hệ thống Bus trường, quan hệ nối giữa các chương trình ứng dụng được xác định sẵn nên lớp kiểm soát nối không có vai trò gì đáng kể.

• *Lớp biểu diễn dữ liệu (Presentation Layer):* Chức năng của lớp này là chuyển đổi các dạng biểu diễn dữ liệu khác nhau về cú pháp thành dạng chuẩn, để các đối tác truyền thông khác nhau có thể giao tiếp với nhau.

• *Lớp ứng dụng (Application Layer):* Có chức năng cung cấp các dịch vụ cao cấp cho người sử dụng và các chương trình ứng dụng. Các dịch vụ thuộc lớp này hầu hết được thực hiện bằng phần mềm. Để có

khả năng sử dụng dễ dàng trong một chương trình ứng dụng, nhiều hệ thống cung cấp các dịch vụ này qua các khối hàm (*function block*). Đối với các thiết bị trường thông minh, các khối hàm này không đơn thuần mang tính chất của dịch vụ truyền thông, mà còn tích hợp cả một số chức năng xử lý thông tin, thậm chí cả điều khiển tại chỗ. Đây cũng chính là xu hướng mới trong việc chuẩn hoá lớp ứng dụng cho các hệ thống Bus trường, hướng tới kiến trúc điều khiển phân tán triệt để.

### *2.3.4 Kiến trúc giao thức TCP/IP*

<table>
<tr><th>OSI</th><th>TCP/IP</th></tr>
<tr><td>Lớp ứng dụng</td><td rowspan="2">Lớp ứng dụng<br>TELNET FTP<br>SNMP SMTP<br>DNS</td></tr>
<tr><td>Lớp biểu diễn dữ liệu</td></tr>
<tr><td>Lớp kiểm soát nối</td><td rowspan="2">Lớp vận chuyển<br>TCP UDP</td></tr>
<tr><td>Lớp vận chuyển</td></tr>
<tr><td>Lớp mạng</td><td>Lớp Internet<br>ICMP IP ARP RARP</td></tr>
<tr><td>Lớp liên kết dữ liệu</td><td rowspan="2">Lớp truy nhập mạng</td></tr>
<tr><td>Lớp vật lý</td><td>Lớp vật lý</td></tr>
</table>

***Hình 2.12*** *So sánh TCP/IP với OSI.*

Kiến trúc TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) là một chuẩn được dùng phổ biến trong Internet và được ứng dụng nhiều trong mạng truyền thông công nghiệp đặc biệt là Ethernet công nghiệp. Có thể thấy sự khác nhau giữa TCP/IP và OSI qua *Hình 2.12.*

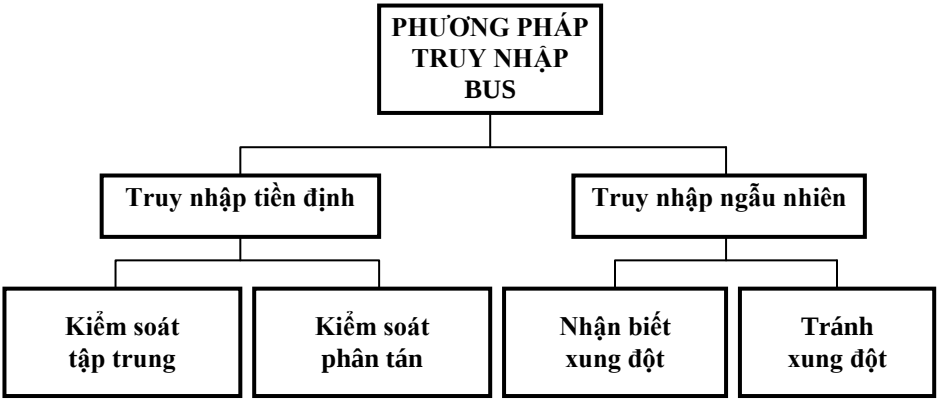
Có thể sắp xếp các chức năng truyền thông cho TCP/IP như sau:

- *Lớp ứng dụng.*
- *Lớp vận chuyển.*
- *Lớp Internet.*
- *Lớp truy nhập mạng.*
- *Lớp vật lý.*

## 2.4 Truy nhập Bus

Trong các hệ thống truyền thông công nghiệp thì các hệ thống có cấu trúc dạng Bus đóng vai trò quan trọng nhất vì những lý do sau:

- *Chi phí cho dây dẫn ít.*
- *Dễ thực hiện lắp đặt.*
- *Linh hoạt.*
- *Thích hợp cho truyền dẫn trong khoảng cách vừa và nhỏ.*




***Hình 2.13*** *Phân loại các loại phương pháp truy nhập Bus*

Trong một mạng có cấu trúc BUS, các thành viên phải chia nhau thời gian sử dụng đường dẫn để tránh sự xung đột về tín hiệu gây ra sai lệch về thông tin. Chính vì vậy, mạng phải được điều khiển sao cho tại một thời điểm nhất định thì chỉ một thành viên trong mạng được gửi thông tin đi. Còn số lượng thành viên trong mạng muốn nhận thông tin thì không hạn chế. Vấn đề quan trọng hàng đầu ảnh hưởng tới chất lượng của mỗi hệ thống Bus là phương pháp phân chia thời gian gửi thông tin trên đường dẫn, hay phương pháp truy nhập Bus. Trong phương pháp truy nhập Bus ta phải quan tâm tới ít nhất ba khía cạnh: *Độ tin cậy, tính năng thời gian thực* và *hiệu suất sử dụng đường truyền*. *Hình 2.13* cho thấy sự phân loại cách truy nhập Bus.

Với các phương pháp tiền định, trình tự truy nhập Bus được xác định rõ ràng. Việc truy nhập Bus được kiểm soát chặt chẽ theo cách tập trung ở một trạm chủ (phương pháp *Master/Slave* hay *Chủ/Tớ*), theo sự quy định trước về thời gian (phương pháp *TDMA*) hoặc phân tán bởi các thành viên (phương pháp *Token passing*). Nếu mỗi hoạt động truyền thông được

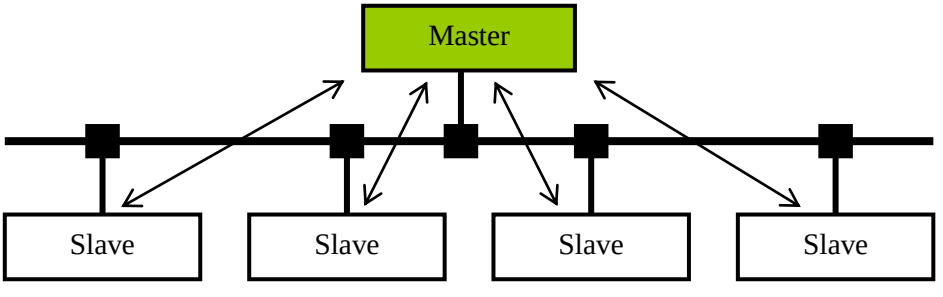
hạn chế bởi một khoảng thời gian hoặc một độ dài dữ liệu nhất định, thì thời gian đáp ứng tối đa cũng như chu kỳ Bus có thể tính toán được. Các hệ thống này vì thế được gọi là có khả năng thời gian thực.

Ngược lại, trong các phương pháp ngẫu nhiên trình tự truy nhập Bus không được quy định chặt chẽ trước, mà để xảy ra hoàn toàn theo nhu cầu của các trạm. Mỗi thành viên trong mạng có thể thử truy nhập Bus để gửi thông tin đi bất cứ lúc nào. Để loại trừ tác hại của việc xung đột gây nên, có thể có những phương pháp phổ biến như nhận biết xung đột (CSMA/CD) hoặc tránh xung đột (CSMA/CA). Nguyên tắc hoạt động của các phương pháp này là khi có xung đột tín hiệu xảy ra, thì ít nhất một trạm phải ngừng gửi và chờ một khoảng thời gian nào đó trước khi thử lại, mặc dù khả năng thành công kể cả lúc này cũng không được đảm bảo. Người ta thường coi các hệ thống sử dụng các phương pháp này cũng không có khả năng thời gian thực.

### *2.4.1 Master/Slave*

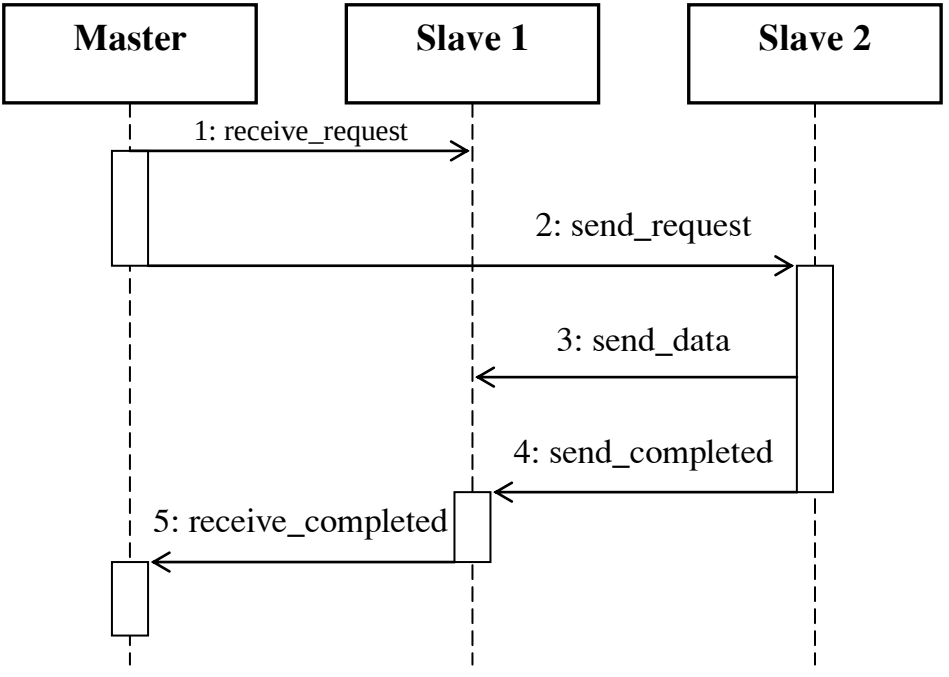
Theo phương pháp Master/Slave (Chủ/Tớ), một trạm chủ có trách nhiệm chủ động phân chia quyền truy nhập Bus cho các trạm tớ. Các trạm tớ đóng vai trò bị động, chỉ có quyền truy nhập Bus và gửi tín hiệu đi khi có yêu cầu. Trạm chủ có thể dùng phương pháp hỏi tuần tự (*Polling*) theo chu kỳ để kiểm soát toàn bộ hoạt động giao tiếp của cả hệ thống. Nhờ vậy, các trạm tớ có thể gửi các dữ liệu thu thập từ quá trình kỹ thuật tới trạm chủ cũng như nhận các thông tin điều khiển từ trạm chủ.

Ưu điểm của phương pháp này là việc kết nối mạng các trạm tớ đơn giản, đỡ tốn kém bởi gần như toàn bộ "trí tuệ" tập trung tại trạm chủ. Một trạm chủ thường lại là một thiết bị điều khiển, vì vậy việc tích hợp thêm chức năng xử lý truyền thông là điều không khó khăn.




***Hình 2.14*** *Phương pháp Chủ/Tớ*

Tuy nhiên nhược điểm lớn nhất của phương pháp Chủ/Tớ là hiệu suất trao đổi thông tin giữa các trạm tớ bị giảm do dữ liệu phải đi qua khâu trung gian là trạm chủ, dẫn tới giảm hiệu suất đường truyền. Một biện pháp để cải thiện tình huống này là cho phép các trạm tớ trao đổi dữ liệu trực tiếp trong một chừng mực được kiểm soát như *Hình 2.15*.




***Hình 2.15*** *Cải thiện trao đổi dữ liệu giữa hai trạm tớ*

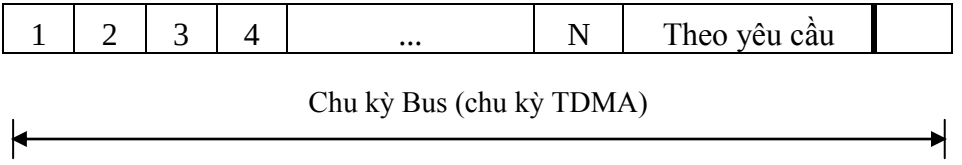
Một hạn chế nữa của phương pháp này là độ tin cậy của hệ thống truyền phụ thuộc hoàn toàn vào một trạm chủ duy nhất. Một cách khắc phục là sử dụng một trạm tớ đóng vai trò giám sát trạm chủ và có khả năng thay thế trạm chủ khi cần thiết.

Chính vì hai lý do nêu trên, phương pháp Chủ/Tớ chỉ được dùng phổ biến trong các hệ thống Bus cấp thấp, tức Bus trường hay Bus thiết bị, khi việc trao đổi thông tin hầu như chỉ diễn ra giữa trạm chủ là thiết bị điều khiển và các trạm tớ là thiết bị trường hoặc các module vào/ra phân tán.

### *2.4.2 TDMA*

Trong phương pháp đa truy nhập chia thời gian TDMA (*Time Division Multiple Access*), mỗi trạm được phân một thời gian truy nhập

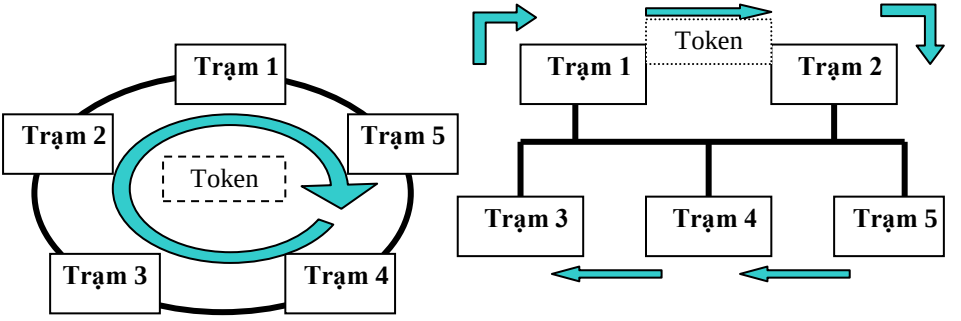
Bus nhất định. Các trạm có thể lần lượt thay nhau gửi thông tin trong khoảng thời gian cho phép - gọi là *khe thời gian* hay *lát thời gian (time slot, time slice*) - theo một tuần tự quy định sẵn. Việc phân chia này được thực hiện trước khi hệ thống đi vào hoạt động. *Hình 2.16* minh hoạ cách phân chia thời gian cho các trạm trong một chu kỳ Bus. Phương pháp này thích hợp ở ứng dụng thời gian thực.




***Hình 2.16** Phương pháp TDMA*

### *2.4.3 Token passing*

Token là một bức điện ngắn không mang dữ liệu, có cấu trúc đặc biệt để phân biệt với các bức điện mang thông tin nguồn, coi như một chìa khoá. Một trạm được quyền truy nhập Bus và gửi thông tin đi chỉ trong thời gian nó được giữ token. Sau khi không có nhu cầu gửi thông tin, trạm đang có token sẽ phải gửi tiếp tới một trạm khác theo một trình tự nhất định. Nếu trình tự này đúng với trình tự sắp xếp vật lý trong một mạch vòng (tích cực hoặc không tích cực), ta dùng khái niệm *Token Ring* (chuẩn IEEE802.4). Còn nếu trình tự được quy định chỉ có tính chất logic như ở cấu trúc BUS (ví dụ theo thứ tự địa chỉ), ta nói tới *Token Bus* (chuẩn IEEE 802.5).




***Hình 2.17** Hai dạng của phương pháp Token Passing*

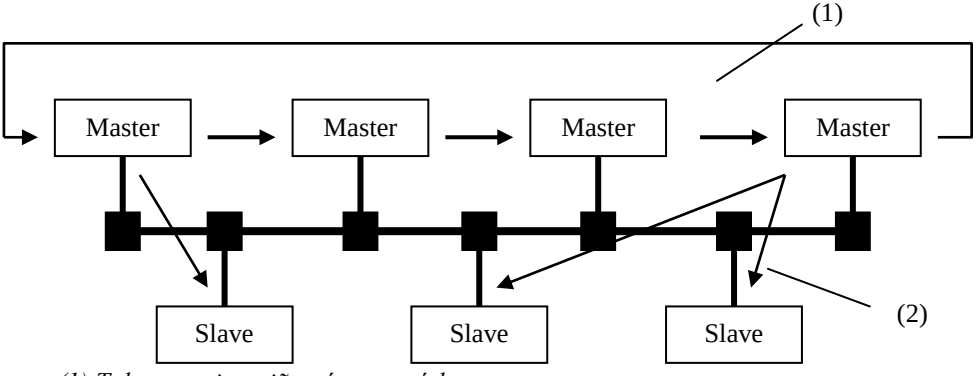
Một trạm đang giữ token không những được quyền gửi thông tin đi, mà còn có thể có vai trò kiểm soát sự hoạt động một số trạm khác, ví dụ kiểm tra xem có trạm nào xảy ra sự cố hay không. Các trạm không có token cũng có khả năng tham gia kiểm soát, ví dụ sau một thời gian nhất

định mà token không được đưa tiếp, có thể do trạm đang giữ token có vấn đề. Trong trường hợp đó, một trạm sẽ có chức năng tạo một token mới. Chính vì vậy, Token passing được xếp vào phương pháp kiểm soát phân tán. Do thời gian giữ token được hạn chế, các hệ thống sử dụng phương pháp này có tính thời gian thực.

Trong thời gian xác lập cấu hình, các trạm có thể dự tính về thời gian dùng token của mình, từ đó đi tới thoả thuận một chu kỳ Bus thích hợp để tất cả các trạm đều có quyền tham gia gửi thông tin và kiểm soát hoạt động truyền thông của mạng. Việc kiểm soát bao gồm các công việc sau:

- *Giám sát token:* Nếu do một lỗi nào đó mà token bị mất hoặc gia bội, cần phải thông báo xoá các token cũ và tạo một token mới.
- *Khởi tạo token:* Khi khởi động một trạm sẽ tạo một token mới.
- *Tách trạm ra khỏi mạch vòng logic:* Một trạm có sự cố phải được phát hiện và tách ra khỏi trình tự được nhận token.
- *Bổ sung trạm mới:* Một trạm mới được kết nối mạng, một trạm cũ được thay thế hoặc đưa trở lại sử dụng phải được bổ sung vào mạch vòng logic để có quyền nhận token.

Token passing cũng có thể sử dụng kết hợp với phương pháp Chủ/Tớ, trong đó mỗi trạm có quyền giữ token là một trạm chủ, hay còn gọi là trạm tích cực. Phương pháp kết hợp này còn gọi là *Multi-Master*. Trạm chủ có thể là các bộ điều khiển (PLC, PC,..), còn các trạm tớ (trạm không tích cực) là các bộ vào/ra phân tán, các thiết bị trường thông minh.




*(1) Token passing giữa các trạm tích cực*

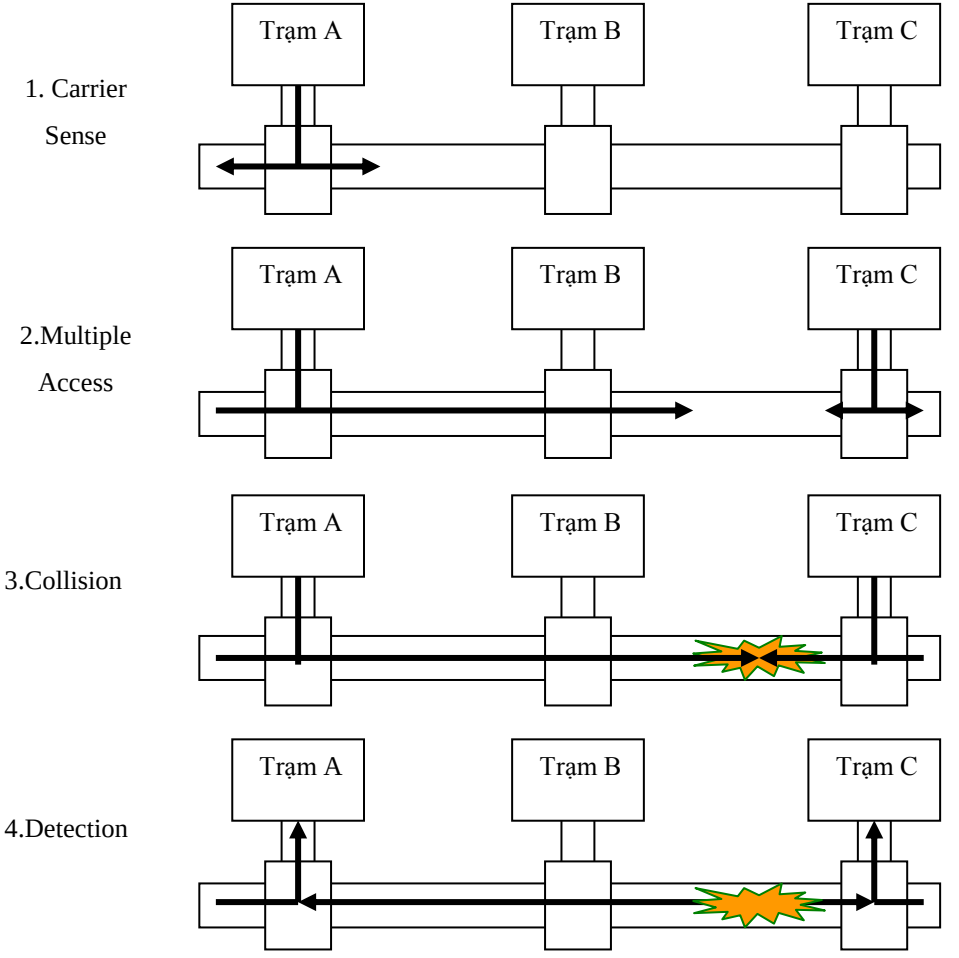
*(2) Master/Slave giữa một trạm tích cực và một số trạm không tích cực*

***Hình 2.18*** *Truy nhập Bus kết hợp nhiều chủ (Multi-Master)*

### *2.4.4 CSMA/CD*

Theo phương pháp CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection*), mỗi trạm đều có quyền truy nhập Bus mà không cần một sự kiểm soát nào. Phương pháp được tiến hành như sau:

- Mỗi trạm đều phải tự nghe đường dẫn (*Carrier Sense*), nếu đường dẫn rỗi thì mới được phát.
- Do việc lan truyền tín hiệu cần một thời gian nào đó, nên vẫn có khả năng hai trạm cùng phát tín hiệu lên đường dẫn. Chính vì vậy, trong khi phát thì mỗi trạm vẫn phải nghe đường dẫn để so sánh tín hiệu phát đi với tín hiệu nhận được xem có xảy ra xung đột hay không.




***Hình 2.19*** *Phương pháp CSMA/CD*

• Trong trường hợp xảy ra xung đột, mỗi trạm đều phải huỷ bỏ bức điện của mình, chờ một thời gian ngẫu nhiên và thử gửi lại.

Ưu điểm của CSMA/CD là tính chất đơn giản, linh hoạt. Khác với các phương pháp tiền định, việc ghép thêm hay bỏ đi một trạm trong mạng không ảnh hưởng gì tới hoạt động của hệ thống. Chính vì vậy, phương pháp này được áp dụng rộng rãi trong mạng Ethernet.

Nhược điểm của CSMA/CD là tính bất định của thời gian phản ứng. Các trạm đều bình đẳng như nhau nên quá trình chờ ở một trạm có thể bị lặp lại, không xác định được chính xác thời gian chờ. Hiệu suất sử dụng đường truyền vì thế cũng thấp. Rõ ràng, nếu như không kết hợp với các kỹ thuật khác thì phương pháp này không thích hợp với các trường cấp thấp, đòi hỏi trao đổi dữ liệu định kỳ, thời gian thực.

Khả năng thực hiện phương pháp CSMA/CD bị hạn chế bởi một điều kiện ràng buộc giữa chiều dài dây dẫn, tốc độ truyền thông và chiều dài bức điện. Đó là thời gian gửi một bức điện phải lớn hơn hai lần thời gian lan truyền tín hiệu, tức:

*(Chiều dài bức điện n / Tốc độ truyền v) > 2Ts*

*<=> n/v >2l / (k*300.000.000)*

*với l- Chiều dài dây dẫn k=0,66*

*<=> lv < 100.000.000 n*

Đây cũng chính là điều kiện ràng buộc trong việc nâng cao tốc độ và tăng chiều dài dây dẫn. Ví dụ đối với mạng Fast Ethernet (100 Mbit/s) có chiều dài 100 m thì một bức điện không thể ngắn hơn 100 bit. Hệ quả của điều kiện ràng buộc này là hiệu suất truyền thông sẽ rất thấp nếu như dữ liệu cần trao đổi không lớn. Một lần nữa, ta thấy rằng phương pháp này không thích hợp cho các hệ thống mạng cấp thấp.

### *2.4.5 CSMA/CA*

CSMA/CA (*Carrier Sense Multiple Acces with Collision Avoidance*) đây cũng là phương pháp mà mỗi trạm đều phải nghe đường truyền trước khi gửi dữ liệu cũngnhư sau khi gửi thông tin nhưng khi xảy ra xung đột sẽ có một tín hiệu chiếm ưu thế, lấn át tín hiệu kia.

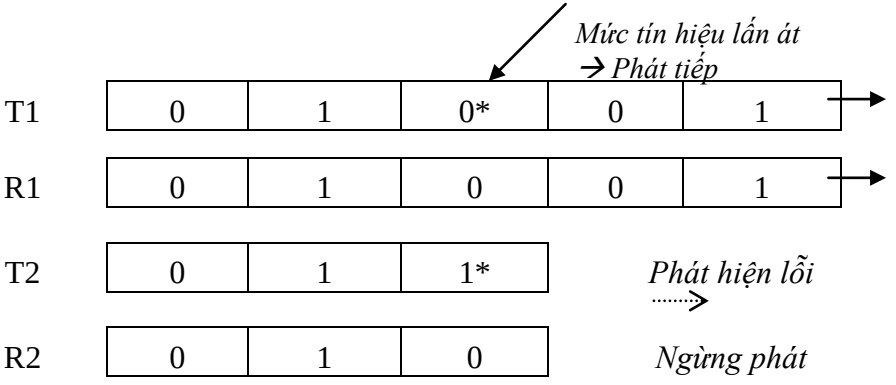
Điều kiện ràng buộc là mỗi trạm đều phải nhận được tín hiệu phản hồi tương ứng với bit gửi đi, trước khi gửi bit tiếp theo, như vậy mới có khả năng dừng lại kịp thời khi xảy ra xung đột cũng như để bit tiếp theo không bị ảnh hưởng. Như vậy thời gian bit $T_B$ phải lớn hơn hai lần thời gian lan truyền tín hiệu $T_S$, hay là:

*n/v > 2 $T_S$ , với v là tốc độ truyền, n là chiều dài bức điện.*

*<=> n/v > 2l/(k*300.000.000), với l là chiều dài dây dẫn, k=0,66*

*<=> lv < 100.000.000*

Nếu tốc độ truyền là 1 Mbit/s thì chiều dài dây dẫn phải nhỏ hơn 100 m. Rõ ràng, điều kiện ràng buộc trong phương pháp này tuy ngặt nghèo hơn so với ở CSMA/CD, nhưng không liên quan tới chiều dài tối thiểu của một bức điện.




***Hình 2.20*** *Phương pháp CSMA/CA*

Mỗi bức điện đều được bắt đầu bằng một dãy bit đặc biệt được gọi là cờ hiệu, sau đó là các phần khác như thông tin kiểm soát, địa chỉ. Đối với phương pháp CSMA/CA, có thể sử dụng mức ưu tiên cho mỗi trạm (hoặc theo loại thông tin) và gắn mã ưu tiên (001, 010, vv) vào phần đằng sau cờ hiệu của mỗi bức điện. Nhờ có phương pháp sử dụng ưu tiên này mà tính thời gian thực của hệ thống được cải thiện. Có thể thấy rõ, tuy bị hạn chế về tốc độ truyền và chiều dài dây dẫn, nhưng hiệu suất sử dụng đường truyền của phương pháp này rất cao.

## 2.5 Bảo toàn dữ liệu

Trong truyền thông công nghiệp, mặc dù đã sử dụng kỹ thuật truyền tín hiệu số nhưng do tác động của nhiễu và do chất lượng môi trường truyền dẫn mà thông tin được truyền tải cũng không tránh khỏi bị sai lệch. Các phương pháp bảo toàn dữ liệu thông dụng là:

- Parity bit 1 chiều và 2 chiều.
- CRC (*Cyclic Redundancy Check*).
- Nhồi bit (*Bit Stuffing*).

Có hai phương pháp sửa lỗi cơ bản là:

• *Sửa lỗi có phản hồi:* Các giao thức công nghiệp sử dụng phương pháp này, phía nhận thông tin khi phát hiện được lỗi từ dữ liệu nhận được sẽ yêu cầu phát lại bản tin.

• *Sửa lỗi không có phản hồi:* Được ứng dụng khi truyền dữ liệu ở khoảng cách xa với dung lượng lớn. Phía phát sẽ gửi kèm theo dữ liệu các thông tin giúp sửa lỗi.

### *2.5.1 Bit chẵn lẻ (Parity bit)*

Tùy theo tổng số các bit 1 trong thông tin nguồn là chẵn hay lẻ mà bổ sung một bit thông tin phụ trợ P = 0 hoặc P = 1 (*Parity bit*). Phương pháp này rất đơn giản và hiệu quả. Giá trị bit chẵn lẻ phụ thuộc vào cách chọn:

• *Nếu chọn parity chẵn,* thì P = 0 khi tổng số bit 1 là chẵn.

• *Nếu chọn parity lẻ,* thì P = 0 khi tổng số bit 1 là lẻ.

Ví dụ dùng parity chẵn:

| *Dãy bit nguyên bản:* | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

| *Dãy bit được gửi đi:* | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

### *2.5.2 Bit chẵn lẻ hai chiều*

Đây là phương pháp kiểm tra khối: Dãy bit này mang thông tin được chia ra làm các khối, coi như có hai chiều. Trong thực tế người ta hay chọn 7 hàng và 7 cột. Việc tính parity bit được thực hiện theo cả hai chiều, nếu 1 lỗi xuất hiện thì nó không những bị phát hiện mà còn có thể sửa lại cho đúng.

### *2.5.3 CRC*

CRC (*Cyclic Redundancy Check*) còn được gọi là phương pháp mã dư vòng, được sử dụng rộng rãi trong các hệ thống truyền thông. Bức điện gửi đi được bổ sung một thông tin phụ trợ kiểm tra lỗi được tính bằng một thuật toán thích hợp, trong đó giá trị mỗi bit của thông tin nguồn đều được tham gia nhiều lần vào quá trình tính toán.

*Ví dụ minh hoạ:*

- *Thông tin cần truyền:* $I=110101$
- *Đa thức phát:* $G=1011$ *(tương ứng* $X^3+X+1$*)*

- *Đa thức chia:* $P=110101000\ (X^8+X^7+X^5+X^3)$
- *CRC bên phát:* *CRC=số dư (P/G)=111*
- *Dãy bit được truyền đi:* *D=110101111*
- *Nếu bên nhận là:* *D'=110101111*
- *Thì CRC' là:* *CRC'=số dư (D'/G)=111 (không lỗi)*
- *Nếu bên nhận là:* *D'=110111111*
- *Thì CRC' là:* *CRC'=số dư (D'/G)=110*
- *So sánh CRC= 111 và CRC'= 110 tìm được vị trí sai H= 001 (tức vị trí thứ 2 trong thông tin thu được I'=11011).*

### *2.5.4 Phương pháp nhồi bit (Bit Stuffing)*

Phương pháp này tạo thuận lợi cho việc đóng gói dữ liệu và mã hoá bit. Các bức điện thường dùng một dãy bit đặc biệt làm cờ hiệu khởi đầu và kết thúc, do vậy đòi hỏi trong phần còn lại không được phép xuất hiện mẫu bit này. Bên cạnh đó, trong quá trình mã hoá bit người ta cũng cố gắng triệt tiêu dòng một chiều bằng cách loại bỏ các chuỗi dài bit 1 liên tục. Nguyên tắc phương pháp *Bit Stuffing* như sau:

- *Bên gửi:* Nếu trong dữ liệu có n bit 1 đứng liền nhau thì thêm một bit 0 vào ngay sau đó. Như vậy trong dãy bit được chuyển đi không thể xuất hiện n+1 bit 1 đi liền nhau.

- *Bên nhận:* Nếu phát hiện thấy có n bit 1 liền nhau mà bit tiếp theo là 0 thì sẽ loại bit 0 đó đi.

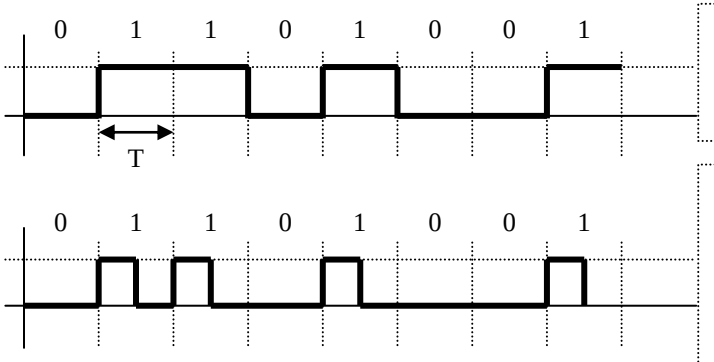
*Ví dụ trong CAN*-Bus với n=5:

- *Thông tin nguồn gửi:* I=0111111
- *Thông tin gửi:* D=01111101
- *Thông tin nhận:* D'=01111101
- *Thông tin nguồn nhận:* I'=0111111.

## 2.6 Mã hóa đường truyền

### *2.6.1 Mã hoá NRZ, RZ*

NRZ (*Non-Return to Zero*) là một phương pháp được sử dụng phổ biến nhất trong các hệ thống Bus trường. Thực chất cả NRZ và RZ đều là các phương pháp điều chế biên độ xung. Như trên *Hình 2.21* mô tả, bit 1 và 0 được mã hoá với hai mức biên độ khác nhau, mức tín hiệu này không thay đổi trong suốt chu kỳ bit T.




*NRZ: Trong chu kỳ bit T*
*- 1 ứng mức tín hiệu cao*
*- 0 ứng mức tín hiệu thấp*

*RZ:*
*- 1 ứng mức tín hiệu cao trong nửa chu kỳ bit T*
*- 0 ứng mức tín hiệu thấp trong cả chu kỳ bit T*

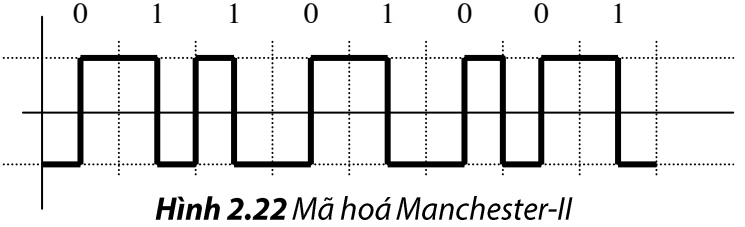
***Hình 2.21** Mã NRZ và RZ*

- *Với NRZ:* Mức tín hiệu không nhất thiết phải về 0 sau mỗi nhịp, ưu điểm của NRZ là tín hiệu có tần số thấp hơn nhiều so với tần số nhịp Bus. Nhược điểm là không thích hợp cho việc đồng bộ hoá và không có khả năng truyền đồng tải do không triệt tiêu được dòng một chiều.

- *Với RZ:* Mức tín hiệu nhất thiết phải về 0 sau mỗi nhịp do đó nói chung tần số tín hiệu bằng tần số nhịp Bus, tín hiệu mã RZ không mang thông tin đồng bộ hóa.

### *2.6.2 Mã Manchester*

Đây là dạng mã được dùng phổ biến trong truyền thông công nghiệp. Thực chất, đây là một trong các phương pháp điều chế pha xung, tham số thông tin được thể hiện qua các sườn xung. Bit 1 được mã hóa bằng sườn lên, bit 0 bằng sườn xuống của xung ở giữa chu kỳ bit T hoặc ngược lại là mã *Manchester-II.*

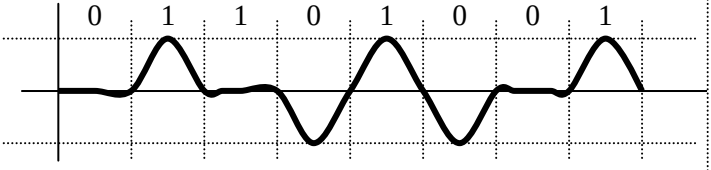



***Hình 2.22** Mã hoá Manchester-II*

Đặc điểm của tín hiệu là có tần số tương đương với tần số nhịp Bus, các xung của nó có thể sử dụng để đồng bộ hóa giữa bên gửi và bên nhận. Phương pháp này thích hợp với ứng dụng đòi hỏi việc đồng tải nguồn vì với việc sử dụng tín hiệu lưỡng cực thì dòng một chiều sẽ bị triệt tiêu. Đồng thời do sử dụng sườn xung nên mã Manchester rất bền vững đối với nhiễu bên ngoài.

### *2.6.3 Mã hoá AFP*

AFP (*Alternate Flanks Pulse*) - phương pháp xung sườn xoay chiều - mỗi sự thay đổi trạng thái logic được đánh dấu bằng một xung có cực thay đổi luân phiên (xung xoay chiều). Đặc điểm tín hiệu là tần số thấp, không mang thông tin đồng bộ hoá và không tồn tại dòng một chiều. Mã AFP rất bền vững với các tác động nhiễu từ bên ngoài.

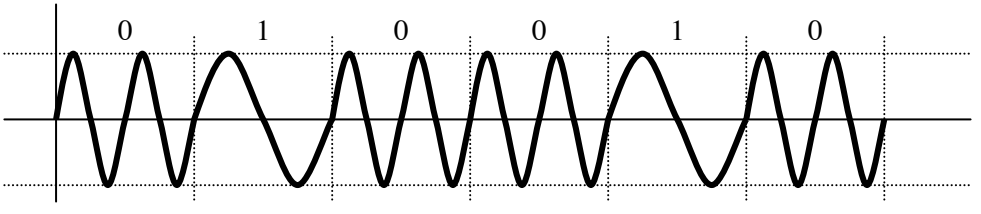



*AFP: Thay đổi giữa 0 và 1 được đánh dấu bằng một xung xoay chiều*

***Hình 2.23*** *Mã AFP*

### *2.6.4 Mã hoá FSK*

Trong phương pháp điều chế dịch tần số FSK (*Frequency Shift Keying*), hai tần số khác nhau được dùng để mã hóa các trạng thái logic 0 và 1, như được mô tả trên *Hình 2.24*. Đây chính là phương pháp điều chế tần số tín hiệu mang, hay truyền tải dải mang. Có thể dùng FSK trong chế độ truyền đồng bộ và đồng tải nguồn. Tuy nhiên FSK có tần số tín hiệu tương đối cao nên trên thực tế chỉ sử dụng cho các hệ thống có tốc độ truyền tương đối thấp.



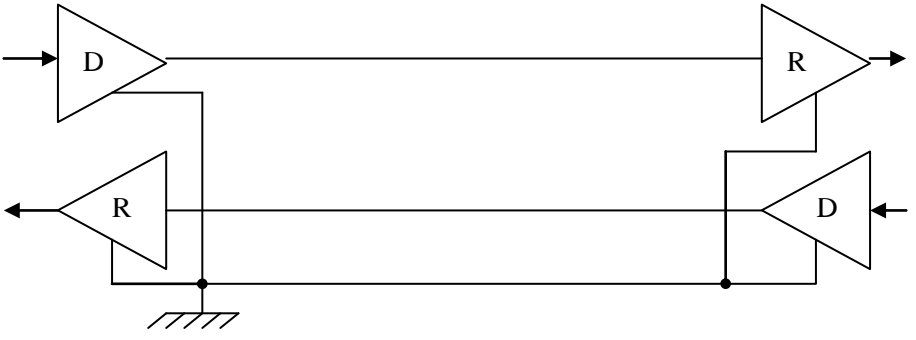

***Hình 2.24*** *FSK (Frequency Shift Keying)*

## 2.7 Chuẩn truyền dẫn

Trong các hệ thống mạng truyền thông công nghiệp chủ yếu dùng phương pháp truyền dữ liệu nối tiếp, không đồng bộ. Một số chuẩn thông dụng được dùng trong hệ thống truyền thông công nghiệp là *RS-232, RS-422*, *RS-485* hay chuẩn *IEC-1158-2*. Các chuẩn này quy định thống nhất về điện học (thường là điện áp), cơ khí (kích thước, số lượng tiếp xúc ổ cắm), chức năng (tên gọi và các chân tiếp xúc). Hiện nay ký hiệu "RS" được thống nhất thay thế bằng "TIA/EIA". Hai phương thức

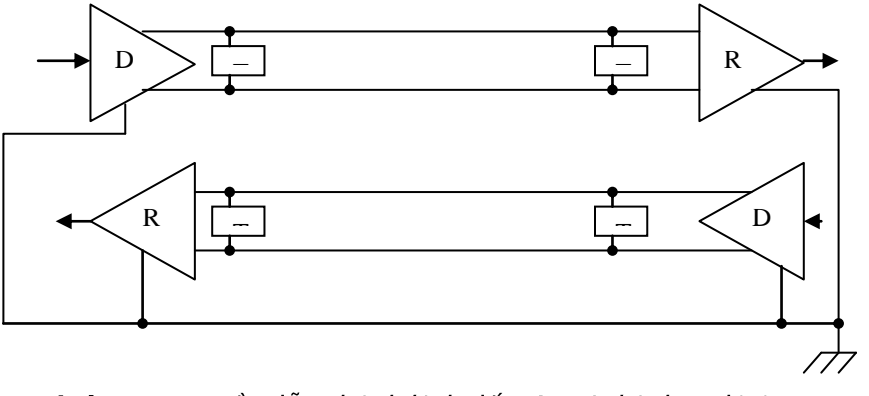
cơ bản dùng trong truyền thông công nghiệp là phương thức chênh lệch đối xứng (*balanced differential*) và phương thức không đối xứng (*unbalanced, single-ended*):

- *Truyền dẫn không đối xứng:* Tín hiệu truyền ở dạng điện áp trên một dây dẫn so với đất để thể hiện các trạng thái logic (0 và 1) của một tín hiệu số. Vậy với *n* kênh ta chỉ cần *n* dây tín hiệu và 1 dây đất chung. Nhược điểm là khả năng chống nhiễu thấp, có hạn chế về chiều dài dây dẫn và tốc độ truyền dữ liệu.




***Hình 2.25*** *Truyền dẫn không đối xứng (2 kênh , 3 dây)*

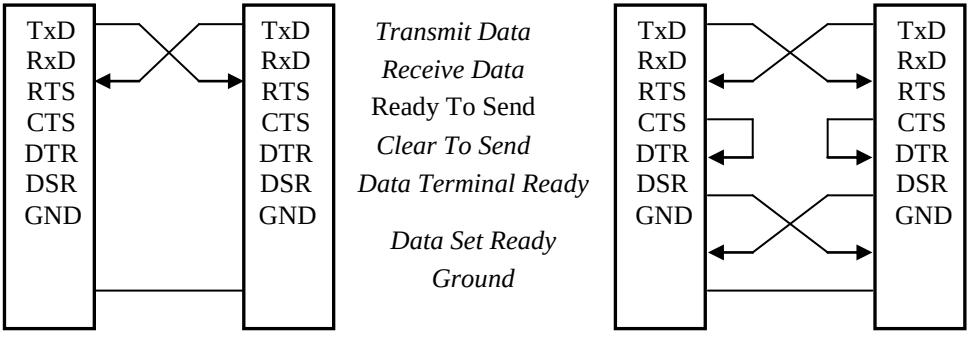
- *Truyền dẫn chênh lệch đối xứng:* Đây là kiểu truyền tín hiệu vi sai, sự sai khác tín hiệu giữa hai dây dẫn trên một kênh truyền sẽ biểu diễn trạng thái logic (0 và 1). Phương thức này có khả năng chống nhiễu tốt đồng thời có thể sử dụng trong các hệ thống truyền thông tốc độ cao và phạm vi rộng.




***Hình 2.26*** *Truyền dẫn chênh lệch đối xứng (2 kênh, 5 dây)*

### *2.7.1 RS-232*

RS-232 được dùng chủ yếu trong giao tiếp *điểm-điểm* giữa hai DTE (*Data Terminal Equipment*) ví dụ như hai máy tính (PC, PLC) hoặc giữa một DTE và một DCE (*Data Communication Equipment*). RS-232 sử dụng phương thức truyền không đối xứng, mức điện áp được sử dụng dao động trong khoảng từ –15 V đến +15 V. Từ 3 V đến 15 V ứng với giá trị logic 0, từ –15 V đến –3 V ứng với giá trị logic 1. Tốc độ truyền phụ thuộc vào chiều dài dây dẫn, đa số các hệ thống truyền thông công nghiệp hiện nay chỉ hỗ trợ tới tốc độ 19,2 kBd với chiều dài cho phép 30-50 m.




*a) Ghép nối tối thiểu* *b) Ghép nối chế độ bắt tay*

***Hình 2.27** Ghép nối theo chuẩn RS-232*

Chế độ làm việc của RS-232 là hai chiều toàn phần (*full-duplex*), nên cần tối thiểu 3 dây dẫn, được minh hoạ ở *Hình 2.27a*. Còn ghép nối theo chế độ bắt tay (*Handshake mode*) ở *Hình 2.27b.*

***Bảng 2.1** Tóm tắt các thông số quan trọng của RS-232*

| Thông số | Điều kiện | Tối thiểu | Tối đa |
|---|---|---|---|
| Điện áp đầu ra hở mạch | | | 25 V |
| Điện áp đầu ra khi có tải | 3 kΩ ≤ $R_L$ ≤7 kΩ | 5 V | 15 V |
| Trở kháng đầu ra khi cắt nguồn | -2 V ≤ $V_0$ ≤ 2 V | | 300 Ω |
| Dòng ra ngắn mạch | | | 500 mA |
| Điện dung tải | | | 2500 pF |
| Trở kháng đầu vào | 3 V ≤ $V_0$ ≤ 25 V | 3 kΩ | 7 kΩ |
| Ngưỡng cho giá trị logic 0 | | | 3 V |
| Ngưỡng cho giá trị logic 1 | | -3 V | |

### *2.7.2 RS-422*

RS-422 sử dụng tín hiệu điện áp chênh lệch đối xứng, có thể thích hợp cho phạm vi truyền dẫn tới 1200 m mà không cần bộ lặp. Điện áp chênh lệch dương ứng với trạng thái logic 0 và âm ứng với trạng thái logic 1. Điện áp chênh lệch ở đầu vào bên nhận có thể xuống tới 200 mV. RS-422 có khả năng ghép nối *điểm-điểm* hoặc *điểm-nhiều điểm* trong một mạng đơn giản (một trạm phát và 10 trạm nhận tín hiệu).

***Bảng 2.2** Tóm tắt các thông số quan trọng của RS-422*

| Thông số | Điều kiện | Tối thiểu | Tối đa |
|---|---|---|---|
| Điện áp đầu ra hở mạch | | | ±10 V |
| Điện áp đầu ra khi có tải | $R_T$ = 100 Ω | ±2 V | |
| Trở kháng đầu ra | | | 100 Ω |
| Dòng ra ngắn mạch | | | ±150 mA |
| Thời gian quá độ đầu ra | $R_T$= 100 Ω | | 10% $T_B$ |
| Điện áp chế độ chung đầu ra $V_{oc}$ | $R_T$= 100 Ω | | ±3 V |
| Độ nhạy cảm đầu vào | -7 V ≤ $V_{CM}$ ≤ 7 V | | ± 200 mV |
| Điện áp chế độ chung đầu $V_{CM}$ | | -7 V | 7 V |
| Trở kháng đầu vào | | 4 kΩ | |

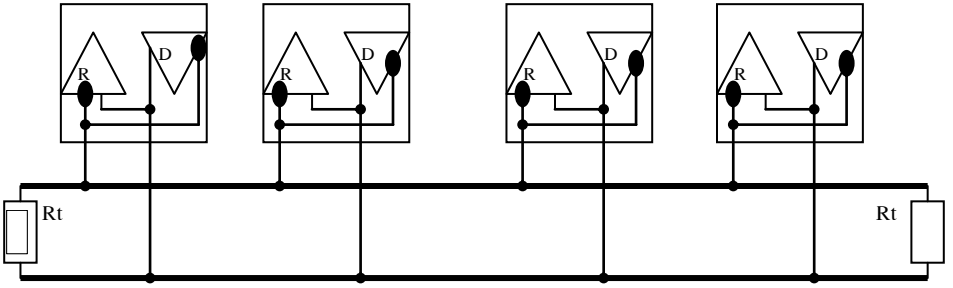
### *2.7.3 RS-485*

RS-485 sử dụng tín hiệu điện áp chênh lệch đối xứng giữa hai dây dẫn. Do đặc tính có khả năng ghép nối *nhiều điểm* vì thế được dùng phổ biến trong các hệ thống Bus trường. Cụ thể, 32 trạm có thể tham gia ghép nối, được định địa chỉ và giao tiếp đồng thời trong một đoạn RS-485 mà không cần bộ lặp.

***Bảng 2.3** Tóm tắt các thông số quan trọng của RS-485*

| Thông số | Điều kiện | Tối thiểu | Tối đa |
|---|---|---|---|
| Điện áp đầu ra hở mạch | | ±1,5 V | ±6 V |
| Điện áp đầu ra khi có tải | $R_{LOAD}$ = 54 Ω | ±1,5 V | ±5 V |
| Dòng ra ngắn mạch | | | ±250 mA |
| Thời gian quá độ đầu ra | $R_{LOAD}$= 54 Ω<br>$C_{LOAD}$ = 54 pF | | 30% $T_B$ |
| Điện áp chế độ chung đầu ra$V_{OC}$ | $R_{LOAD}$ = 54 Ω | -1 V | 3 V |
| Độ nhạy cảm đầu vào | -7 V ≤ $V_{CM}$≤12 V | | ± 200 mV |
| Điện áp chế độ chung đầu $V_{CM}$ | | -7 V | 12 V |
| Trở kháng đầu vào | | 12 kΩ | |

Trong một thời điểm chỉ có một trạm được phép kiểm soát đường dẫn và phát tín hiệu, vì thế mọi bộ kích thích đều phải đưa về chế độ trở kháng cao mỗi khi rỗi, tạo điều kiện cho các bộ kích thích ở trạm khác tham gia. RS-485 cho phép ghép nối mạng 32 đơn vị tải (*Unit load, UL*). Thông thường mỗi bộ thu phát được thiết kế tương đương với một đơn vị tải, tuy nhiên với kỹ thuật hiện nay có thể giảm tải xuống 1/2 UL hoặc 1/4 UL tức là tăng trở kháng đầu vào lên hai hoặc bốn lần với mục đích tăng số trạm lên 64 hoặc 128 trạm. Tuy nhiên việc tăng số trạm theo cách này sẽ gắn với việc phải giảm tốc độ truyền thông, vì các trạm có trở kháng lớn sẽ hoạt động chậm hơn.



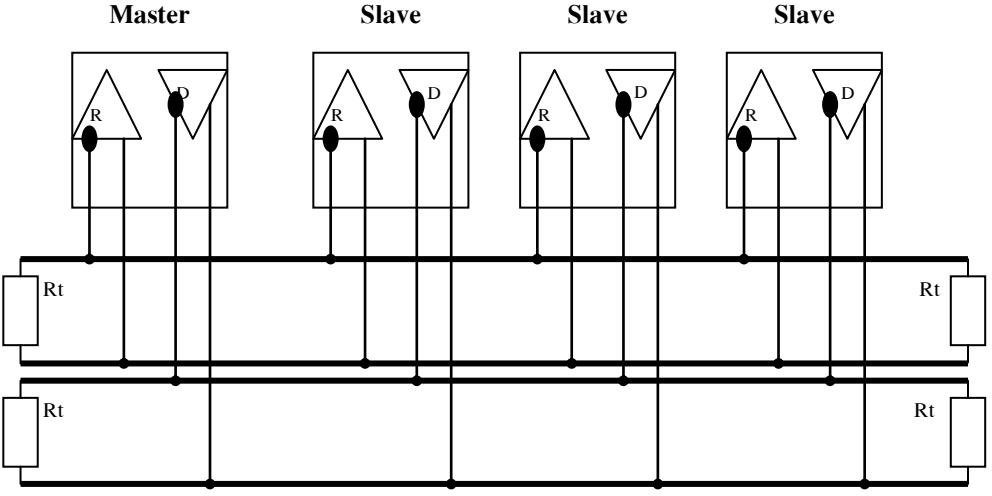

***Hình 2.28*** *Cấu hình mạng RS-485 sử dụng 2 dây*

RS-485 cho phép khoảng cách tối đa giữa trạm đầu và trạm cuối trong một đoạn mạng là 1200 m, tốc độ truyền dẫn tối đa có thể lên đến 12 Mbit/s. Có sự liên hệ giữa khoảng cách và tốc độ truyền phụ thuộc vào chất lượng cáp dẫn và một số tiêu chuẩn đánh giá chất lượng tín hiệu.

RS-485 là chuẩn duy nhất do EIA đưa ra mà có khả năng truyền thông đa điểm thực sự chỉ dùng một đường dẫn chung duy nhất, được gọi là Bus. Chính vì vậy mà nó được dùng làm chuẩn cho lớp vật lý ở đa số hệ thống Bus hiện thời. Cấu hình phổ biến nhất là sử dụng hai dây dẫn cho việc truyền tín hiệu như trên *Hình 2.28* với chế độ hai chiều gián đoạn có hai trở đầu cuối.

Một mạng RS-485 cũng có thể được nối bằng 4-dây, như *Hình 2.29* mô tả. Một trạm chủ đóng vai trò điều khiển toàn bộ giao tiếp giữa các trạm kể cả việc truy nhập đường dẫn. Với cấu hình này, việc truyền thông có thể thực hiện chế độ hai chiều toàn phần (*Full-duplex*). RS-485 không phải là một chuẩn trọn vẹn mà chỉ là một chuẩn về đặc tính điện học, vì vậy không đưa ra các quy định cho cáp nối cũng như các bộ nối. Do tốc độ truyền thông và chiều dài dây dẫn có thể rất khác nhau trong các ứng dụng, hầu như tất cả các Bus dùng RS-485 đều yêu cầu sử dụng

trở đầu cuối tại hai đầu dây. Sử dụng trở đầu cuối có tác dụng chống các hiệu ứng phụ trong truyền dẫn tín hiệu như sự phản xạ tín hiệu. Trở đầu cuối dùng cho RS-485 có thể từ 100Ω đến 200Ω. Trong trường hợp cáp truyền ngắn và tốc độ truyền thấp, ta có thể không cần dùng trở đầu cuối.




***Hình 2.29*** *Cấu hình mạng RS-485 sử dụng 4 dây*

### *2.7.4 IEC 1158-2*

Chuẩn IEC 1158-2 phục vụ các ứng dụng điều khiển quá trình trong công nghiệp chế biến như lọc dầu, hoá chất nơi có yêu cầu nghiêm ngặt về an toàn cháy nổ và nguồn cung cấp cho các thiết bị trường. IEC1158-2 quy định chế độ truyền đồng bộ và tốc độ truyền là 31,25 kbit/s. Về mặt tín hiệu, thực chất IEC 1158-2 cũng sử dụng phương thức truyền dẫn chênh lệch đối xứng, với cáp đôi dây xoắn và trở đầu cuối là 100Ω. Mức điện áp tối đa được quy định nằm trong khoảng 0,75-1 V. Bên cạnh việc sử dụng tín hiệu dữ liệu để đồng bộ nhịp giữa bên gửi và bên nhận, sử dụng phương pháp mã hoá bit Manchester còn cho phép cung cấp nguồn cho các trạm qua chính đường Bus mang tín hiệu. Tín hiệu dữ liệu không chứa dòng một chiều được dùng để điều chế điện áp nguồn. Trong phạm vi dải tần tín hiệu, các trạm phải có trở kháng rất lớn để việc chia nguồn không ảnh hưởng tới chất lượng truyền tải dữ liệu. Các nguyên tắc cơ bản sau đây được đặt ra

- Một đoạn mạng chỉ được phép có một bộ nguồn cung cấp điện.
- Mỗi thiết bị trường tiêu hao một dòng cơ sở cố định (≥10 mA).

- Mỗi thiết bị trường hoạt động như một bộ tiêu hao dòng bị động.
- Mỗi đầu dây được kết thúc bằng một trở đầu cuối bị động.

***Bảng 2.4*** *Một số đặc tính theo chuẩn IEC 1158-2*

| Chế độ truyền | Đồng bộ |
|---|---|
| Mã hóa bit | Manchester code |
| Tốc độ truyền | 31,25 kbit/s |
| Cáp truyền | Hai đôi dây xoắn STP |
| Cung cấp nguồn từ xa | Tuỳ chọn, sử dụng đường truyền dữ liệu |
| Mức bảo vệ cháy nổ | Eex ia/ib và Eex d/m/p/q |
| Topology | Đường thẳng, cây, hình sao hoặc phối hợp |
| Số trạm | Tối đa 32 trạm/một đoạn mạng, tổng cộng tối đa 126 |
| Số bộ lặp | Tối đa 4 bộ lặp |

***Bảng 2.5*** *Một số bộ cung cấp nguồn theo chuẩn IEC 1158-2*

| Kiểu | Mức an toàn riêng | Điện thế | Dòng tối đa | Công suất | Số trạm |
|---|---|---|---|---|---|
| I | EEx ia/ib IIC | 13,5 V | 110 mA | 1,8 W | 9 |
| II | EEx ib IIC | 13,5 V | 110 mA | 1,8 W | 9 |
| III | EEx ib IIB | 13,5 V | 250 mA | 4,2 W | 22 |
| IV | Không | 24 V | 500 mA | 12 W | 32 |

***Bảng 2.6*** *Chiều dài cáp dẫn theo chuẩn IEC 1158-2*

| Bộ nguồn cung cấp | **KiểuI** | **KiểuII** | **KiểuIII** | **KiểuIV** | **KiểuIV** | **KiểuIV** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Điện thế (v) | 13,5 | 13,5 | 13,5 | 24 | 24 | 24 |
| Dòng tiêu hao tối đa (mA) | 110 | 110 | 250 | 110 | 250 | 500 |
| Chiều dài tối đa (m) với tiết diện dây S= 0,8 $mm^2$ | 900 | 900 | 40 | 1900 | 1300 | 650 |
| Chiều dài tối đa (m) với tiết diện dây S= 0,8 $mm^2$ | 1000 | 1500 | 500 | 1900 | 1900 | 1900 |

## 2.8 Môi trường truyền dẫn

Môi trường truyền dẫn ảnh hưởng lớn tới chất lượng tín hiệu, tới độ bền vững của tín hiệu với nhiễu bên ngoài và tính tương thích điện từ của hệ thống truyền thông. Tốc độ truyền và khoảng cách truyền dẫn tối đa cho phép cũng phụ thuộc vào sự lựa chọn môi trường truyền dẫn. Ngoài

các đặc tính kỹ thuật, các phương tiện truyền dẫn còn khác nhau ở mức độ tiện lợi sử dụng (lắp đặt, đấu dây) và giá thành. Bên cạnh chuẩn truyền dẫn, mỗi hệ thống Bus đều có quy định chặt chẽ về chủng loại và các chỉ tiêu chất lượng của môi trường truyền dẫn được phép sử dụng. Tuy nhiên, trong khi quy định về chuẩn truyền dẫn thuộc lớp vật lý thì môi trường truyền dẫn lại nằm ngoài phạm vi đề cập của mô hình tham chiếu OSI. Trong mạng công nghiệp sử dụng các phương tiện truyền dẫn sau:

- *Cáp điện:* Cáp đồng trục, cáp đôi dây xoắn.
- *Cáp quang:* Cáp sợi thuỷ tinh, cáp sợi chất dẻo.
- *Vô tuyến:* Vi sóng (*Microwave*), tia hồng ngoại, siêu âm.

***Bảng 2.7*** *Một số kiểu cáp STP theo quy chuẩn AWG*

| AWG | 28 | 26 | 24 | 22 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|
| Tiết diện dây ($mm^2$) | 0,88 | 0,13 | 0,2 | 0,32 | 0,50 |
| Đường kính (mm) | 0,32 | 0,40 | 0,51 | 0,64 | 0,80 |
| Điện trở $\Delta R$ ($\Omega$/m) | 0,436 | 0,280 | 0,178 | 0,106 | 0,0070 |

Phổ biến nhất trong các hệ thống Bus trường vẫn là đôi dây xoắn. Đối với các ứng dụng có yêu cầu cao hơn về tốc độ truyền và độ an toàn đối với nhiễu thì cáp đồng trục là sự lựa chọn tốt hơn. Cáp quang cũng được sử dụng rộng rãi trong các ứng dụng có phạm vi địa lý rộng, môi trường xung quanh nhiễu mạnh hoặc dễ ăn mòn, có yêu cầu cao về độ tin cậy cũng như tốc độ truyền dữ liệu. *Bảng 2.7* liệt kê một số kiểu cáp đôi dây xoắn theo quy chuẩn AWG (*American Wire Gauge*).

# Chương 3
# MẠNG CÔNG NGHIỆP CỦA SIEMENS

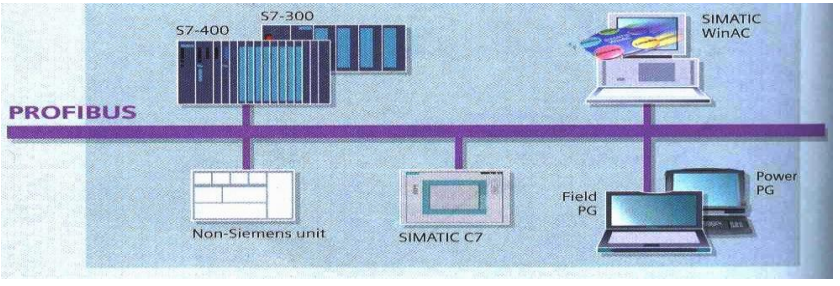
## 3.1 PROFIBUS

PROFIBUS là một một Bus trường mở rộng, không phụ thuộc vào nhà sản xuất dùng cho các ứng dụng trong tự động hóa và xử lí. Mạng PROFIBUS có tính độc lập và mở rộng được đảm bảo theo tiêu chuẩn quốc tế EN50170, EN50254 và IEC61158. PROFIBUS cho phép truyền thông giữa các thiết bị của các nhà sản xuất khác nhau, không đòi hỏi giao tiếp đặc biệt. PROFIBUS không những sử dụng cho các ứng dụng nhanh theo chu kỳ mà còn cho các nhiệm vụ truyền thông đặc biệt khác nữa.

PROFIBUS định nghĩa các đặc tính của một hệ thống Bus dùng kết nối các thiết bị trường với các thiết bị điều khiển và giám sát. PROFIBUS là một hệ thống nhiều chủ (*Multi-Master*), cho phép các thiết bị điều khiển tự động, các trạm kỹ thuật và hiển thị quá trình cũng như các phụ kiện phân tán cùng làm việc trên cùng mạng Bus. Hai loại thiết bị được phân biệt là:

- *Các thiết bị chủ* (*Master)* là các thiết bị có khả năng kiểm soát truyền thông trên Bus. Một trạm chủ có thể gửi thông tin khi giữ quyền truy nhập Bus. Một trạm chủ còn được gọi là *trạm tích cực*.
- *Các thiết bị tớ (Slave)* là các thiết bị trường như vào/ra phân tán, cảm biến và cơ cấu chấp hành. Chúng không được nhận quyền truy nhập Bus mà chỉ được phép xác nhận và trả lời một thông tin nhận từ trạm chủ khi được yêu cầu. Một trạm tớ còn được gọi là *trạm thụ động*. Một trạm tớ chỉ phải thực hiện ít dịch vụ hơn, tức xử lý giao thức đơn giản hơn so với trạm chủ, vì vậy giá thành thường thấp hơn nhiều.

Ta chọn một ví dụ về cấu trúc mạng PROFIBUS cơ bản được cung cấp bởi nhà sản xuất SIEMENS *(Hình 3.1)*.




***Hình 3.1*** *Mạng PROFIBUS*

PROFIBUS định nghĩa 3 loại giao thức là PROFIBUS-FMS, PROFIBUS-DP, PROFIBUS-PA.

- PROFIBUS-FMS là giao thức nguyên bản của PROFIBUS, được dùng chủ yếu cho việc giao tiếp giữa các máy tính điều khiển và điều khiển giám sát.

- PROFIBUS-DP được xây dựng tối ưu cho việc kết nối các thiết bị vào ra phân tán và các thiết bị trường với các máy tính điều khiển.

- PROFIBUS-PA là kiểu đặc biệt được sử dụng ghép nối trực tiếp các thiết bị trường trong các lĩnh vực tự động hóa các quá trình có môi trường dễ cháy nổ, đặc biệt trong công nghiệp chế biến. Thực chất PROFIBUS-PA chính là sự mở rộng PROFIBUS-DP xuống cấp trường trong lĩnh vực công nghiệp chế biến.

### *3.1.1 Kiến trúc giao thức mạng*

Do những yêu cầu đặc trưng của truyền thông ở cấp trường mà PROFIBUS-FMS chỉ thực hiện ở các lớp 1, lớp 2 và lớp 7 theo mô hình đối chiếu OSI, trong khi kiểu PROFIBUS-DP và PROFIBUS-PA chỉ chuẩn hoá lớp 1 và lớp 2, như được minh hoạ trên *Hình 3.2*. Một số chức năng còn thiếu được bổ sung qua lớp giao diện sử dụng nằm trên lớp 7. Ngoài ra, lớp giao diện còn cung cấp thêm một số hàm dịch vụ hỗ trợ đặc thù cho các chương trình ứng dụng.

PROFIBUS-DP và PROFIBUS-PA chỉ thực hiện lớp 1 và lớp 2 nhằm tối ưu hoá việc trao đổi dữ liệu quá trình giữa cấp điều khiển với cấp chấp hành. Các hàm dịch vụ cơ bản được quy định tại lớp giao diện sử dụng. Ngoài ra còn một số quy định về đặc tính và chức năng riêng cho các thiết bị DP, FMS và PA, gọi là *PROFILE*. PROFIBUS-PA sử dụng cùng giao thức giống như PROFIBUS-DP tuy nhiên tính năng của các thiết bị được quy định khác nhằm phù hợp với môi trường làm việc dễ cháy nổ. Chuẩn truyền dẫn IEC1158-2 được áp dụng ở đây đảm bảo vấn đề an toàn và cung cấp nguồn cho các thiết bị qua cùng dây dẫn Bus. Để tích hợp các đoạn mạng PROFIBUS-DP và PROFIBUS-PA có thể dùng các bộ chuyển đổi (*DP/PA-Link* hoặc *DP/PA Coupler*) do nhà sản xuất cung cấp.

Bên cạnh các hàm dịch vụ DP cơ sở và mở rộng được quy định tại lớp giao diện sử dụng nằm trên lớp giao diện sử dụng, hiệp hội PI còn đưa ra một số quy định chuyên biệt về đặc tính và chức năng đặc thù của thiết bị cho một số ứng dụng tiêu biểu. Các đặc tả này nhằm mục đích tạo khả năng tương tác và thay thế lẫn nhau của thiết vị từ nhiều nhà sản xuất. Cả ba giao thức FMS, DP, PA đều chung lớp liên kết dữ liệu.

<table>
<tr><th></th><th>PROFIBUS-FMS</th><th>PROFIBUS-DP</th><th>PROFIBUS-PA</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Giao diện sử dụng</td><td rowspan="2">FMS-Profile</td><td>DP-Profile</td><td>PA-Profile</td></tr>
<tr><td colspan="2">Các hàm DP mở rộng<br>Các hàm DP cơ bản</td></tr>
<tr><td>Lớp 7</td><td>Fieldbus Message Specification (FMS)</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>Lớp 3-6</td><td colspan="3">Không thể hiện</td></tr>
<tr><td>Lớp 2</td><td colspan="2">Fieldbus Data Link (FDL)</td><td>IEC-Interface</td></tr>
<tr><td>Lớp 1</td><td colspan="2">RS- 485 / Cáp quang</td><td>IEC-1158-2</td></tr>
<tr><td colspan="4">Chuẩn EN 50170</td></tr>
</table>

***Hình 3.2** Kiến trúc giao thức của PROFIBUS*

Lớp ứng dụng của PROFIBUS-FMS bao gồm 2 lớp con là FMS (*Fieldbus Message Specification*) và LLI (*Lower Layer Interface*), trong đó FMS chính là một tập con của chuẩn MMS. Lớp FMS đảm nhiệm việc xử lí giao thức sử dụng và cung cấp dịch vụ truyền thông, trong khi LLI có vai trò trung gian cho FMS kết nối với lớp 2 mà không phụ thuộc vào các thiết bị riêng biệt. Lớp LLI còn có nhiệm vụ thực hiện các chức năng bình thường thuộc các lớp 3-6, ví dụ tạo và ngắt nối, kiểm soát lưu thông. PROFIBUS-FMS và PROFIBUS-DP sử dụng cùng một kỹ thuật truyền dẫn và phương pháp truy nhập Bus, vì vậy có thể cùng hoạt động trên cùng một đường truyền vật lý duy nhất.

Lớp vật lý của PROFIBUS quy định về kỹ thuật truyền dẫn tín hiệu, môi trường truyền dẫn, cấu trúc mạng và các giao diện cơ học. Ba kỹ thuật truyền dẫn được thực hiện ở đây là RS-485 và cáp quang (Đối với DP và FMS) cũng như IEC 1158-2 (Đối với PA).

Lớp liên kết dữ liệu ở PROFIBUS được gọi là FDL (*Fieldbus Data Link*), có chức năng kiểm soát truy nhập Bus, cung cấp các dịch vụ cơ bản (cấp thấp) cho việc trao đổi dữ liệu một cách tin cậy, không phụ thuộc vào phương pháp truyền dẫn ở lớp vật lý.

### *3.1.2 Cấu trúc mạng và kỹ thuật truyền dẫn*

*Truyền dẫn với RS-485*

Chuẩn PROFIBUS theo EN 50170 quy định các đặc tính điện học và cơ học của giao diện RS-485 cũng như của môi trường truyền thông

để trên cơ sở đó các ứng dụng có thể lựa chọn các thông số thích hợp. Các đặc tính điện học bao gồm:

- Cấu trúc đường thẳng kiểu đường trục/đường nhánh (*trunk-line/drop-line*) với các đường nhánh ngắn.
- Cáp dẫn được sử dụng là dây xoắn đôi có bảo vệ (STP).
- Trở kết thúc có dạng *fail-safe biasing* (390Ω-220Ω-390Ω).
- Tốc độ truyền thông từ 9,6 kbit/s đến 12 Mbit/s.
- Chiều dài dây dẫn tối đa trong một đoạn mạng từ 100 đến 1200 m, phụ thuộc vào tốc độ truyền được lựa chọn. Quan hệ giữa tốc độ truyền và chiều dài tối đa của một đoạn mạng được tóm tắt trong *Bảng 3.1*.
- Số lượng tối đa các trạm trong mỗi đoạn là 32. Có thể dùng tối đa 3 bộ lặp tức 4 đoạn mạng để nâng tổng số trạm tối đa lên 127.
- Chế độ truyền tải không đồng bộ và hai chiều không đồng thời.
- Phương pháp mã hoá bit NRZ.

***Bảng 3.1*** *Chiều dài tối đa của một đoạn mạng PROFIBUS (dây xoắn đôi)*

| Tốc độ (kBit/s) | 9,6 | 19,2 | 93,75 | 187,5 | 500 | 1500 | 12000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Chiều dài | *1200 m* | *1200 m* | *1200 m* | *1000 m* | *400 m* | *200 m* | *100 m* |

Về giao diện cơ học được quy định việc sử dụng giắc cắm loại *Sub-D 9 pin* cho các thiết bị PROFIBUS. Bên cạnh đó, có thể dùng kỹ thuật kẹp dây đơn giản để nối mạng.

Hãng SIEMENS cung cấp các chủng loại cáp dùng cho phép ta sử dụng trong các mạng của PROFIBUS theo chuẩn công nghiệp như: *PROFIBUS FC Standart Cable, PROFIBUS FC Robust Cable, PROFIBUS FC Food Cable, PROFIBUS FC Underground Cable, PROFIBUS FC Trailing Cable, PROFIBUS FC Festoon Cable, PROFIBUS FC FRNC Cable, PROFIBUS Flexible Cable, SIENOPYR FR Marine Cable, PROFIBUS ECOFAST Hybrid Cable, PROFIBUS Cable for ET200X*. Còn các đầu nối RS 485 nhà sản xuất đã cung cấp nhiều chủng loại có kết cấu khác nhau nhằm giúp ta lựa chọn phù hợp hơn cho công tác thi công với các chuẩn như *6ES7 972-OBA**-0XA0* hoặc *6GK1 500*.

*Truyền dẫn với cáp quang*

Cáp quang thích hợp đặc biệt trong các lĩnh vực ứng dụng có môi trường nhiễu mạnh, hoặc đòi hỏi tốc độ truyền dẫn cực cao và phạm vi phủ mạng lớn. Hai loại cáp quang có thể sử dụng ở đây là: loại sợi thuỷ tinh với chiều dài tối đa 1 km và loại sợi nhân tạo với chiều dài tối đa 50 km không cần khuếch đại. Do đặc điểm liên kết *điểm-điểm* ở cáp quang, cấu trúc mạng chỉ có thể là hình sao hoặc hạn hữu là mạch vòng. Trong thực tế, cáp quang thường được sử dụng hỗn hợp với RS-485 nên cấu trúc mạng phức tạp hơn. Các bộ chuyển đổi giữa RS-485 và cáp quang cho phép việc kết nối hỗn hợp không gặp khó khăn gì.

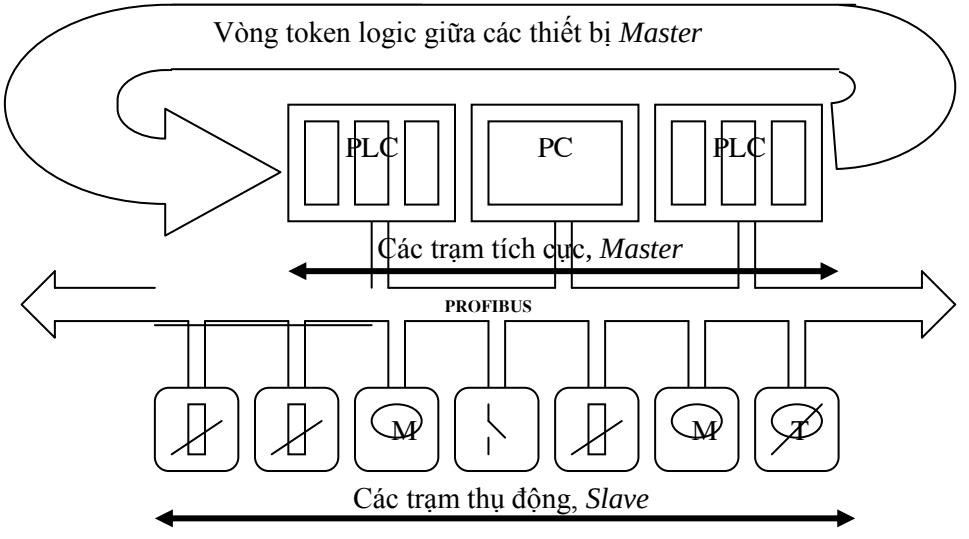
*Truyền dẫn với IEC-1158-2*

Trong một số ngành công nghiệp chế biến, đặc biệt là ngành xăng dầu, hoá chất, môi trường làm việc nhạy cảm với xung điện nên chuẩn truyền dẫn RS-485 không thích hợp. PROFIBUS-PA được sử dụng lớp vật lý theo chuẩn IEC 1158-2 với phương pháp mã hoá bit là *Manchester*.

### *3.1.3 Truy nhập Bus*

PROFIBUS phân biệt hai loại thiết bị chính là trạm chủ (master) và trạm tớ (slave). Các trạm chủ có khả năng kiểm soát truyền thông trên Bus. Một trạm chủ có thể gửi thông tin khi nó giữ quyền truy nhập Bus. Các trạm tớ chỉ được truy nhập Bus khi có yêu cầu

Hai phương pháp truy nhập Bus có thể được áp dụng độc lập hoặc kết hợp là *Token-Passing* và *Master/Slave*. Nếu áp dụng độc lập, *Token-Passing* thích hợp với mạng FMS dùng để ghép nối các thiết bị điều khiển và máy tính giám sát đẳng quyền, trong khi *Master/Slave* thích hợp với việc trao đổi dữ liệu giữa một thiết bị điều khiển với các thiết bị trường cấp dưới sử dụng mạng DP hoặc PA. Khi sử dụng kết hợp (*Hình 3.3*), nhiều trạm tích cực có thể tham gia giữ *Token*. Một trạm tích cực nhận được *Token* sẽ đóng vai trò là chủ để kiểm soát việc giao tiếp với các trạm tớ mà nó quản lý hoặc có thể tự do giao tiếp với các trạm tích cực khác trong mạng. Chính vì nhiều trạm tích cực có thể đóng vai trò trạm chủ trong mạng nên cấu hình truy nhập Bus kết hợp giữa *Token-Passing* và *Master/Slave* còn được gọi là *nhiều chủ* (*Multi-Master*). Thời gian vòng lặp tối đa để một trạm tích cực lại nhận được *Token* có thể chỉnh được bằng tham số. Khoảng thời gian này chính là cơ sở cho việc tính toán chu kỳ thời gian của cả hệ thống.




***Hình 3.3*** *Cấu hình Multi-Master trong mạng PROFIBUS*

PROFIBUS sử dụng cơ chế hỏi tuần tự giữa trạm chủ và trạm tớ. Thời gian để trạm tớ trả lời trạm chủ chính là thời gian phản ứng. Thậm chí mạng profibus nhận được nhiều tín hiệu vào ra thay đổi cùng lúc và thời gian phản ứng trong trường hợp này cũngkhông thay đổi. Thêm nữa, nếu trạm chủ khác (class 2) thực hiện chuẩn đoán một trạm tớ trong khi nó đang thực hiện truyền thông với trạm chủ (class 1), thời gian phản ứng của hệ thống vẫn không thay đổi. Đây là lí do mà trạm master (class 2) không được dùng nhiều hơn khoảng thời gian mà đã được cấu hình trong chu kỳ Bus.

Trước khi tính toán chi tiết thời gian chu kỳ Bus, chúng ta phải định nghĩa các thuật ngữ sau:

**Bit-Time**: Dùng để tính toán thời gian. Một Bit-Time là khoảng thời gian được dùng để chuyển 1 bit từ nơi gửi đến nơi nhận, đơn vị của Bit-Time là $T_{bit}$:

Ví dụ: 1Tbit (Bit-Time) ở tốc độ truyền 12 MB=1/12000000=83 ns/bit.

**Sync-Time $T_{syn}$ (thời gian đồng bộ hóa):** là khoảng thời gian một trạm phải duy trìở trạng thái không hoạt động trước khi nó nhận được yêu cầu khác. Với Profibus DP thì Sync-Time là 33 Tbits.

**Slave Reaction Time ($T_{sdr}$):** thời gian phản ứng là khoảng thời gian mà trạm tớ sử dụng để trả lời thông tin. Với Profibus DP thì $T_{sdr}$ nằm trong dải từ 11 Tbits đến 255 Tbits.

**Initiator Delay Time ($T_{sdi}$):** là khoảng thời gian trễ của trạm cho việc bắt đầu một yêu cầu truyền hoặc tạo khung truyền.

**Initiator Idle Time ($T_{id1}$):** là khoảng thời gian giữa việc truyền của bit cuối cùng khung truyền với bit đầu tiên của khung truyền kế tiếp.

**Minimum Slave Interval:** khoảng thời gian nghỉ của trạm tớ là khoảng nhỏ nhất kết thúc giữa hai chu kì hỏi tuần tự trạm tớ tại thời điểm mà trạm tớ có thể trao đổi dữ liệu với trạm chủ.

**Ví dụ:** Một trạm tớ. 5 trạm chủ được kết nối qua Profibus DP.10 bytes dữ liệu đầu ra, 20 bytes dữ liệu đầu vào được truyền qua trạm tớ với tốc độ 12 Mbps. Mỗi trạm tớ dung 1 SPC3 ASIC.

Ta có:

$T_{mc}$ = thời gian của 1 chu kỳ bức điện.

$T_{bc}$ = thời gian của 1 chu kỳ Bus (tổng tất cả chu kỳ bức điện)

$T_{syn}$ = 33 Tbit

$T_{id1}$ = 75 Tbits

Tsdr = 30 Tbits

Min-Slave-Inteval = 1

Tính toán: 1Tbit ở 12 MB = 1/12000000 bps = 83 ns/bit.

Trong chế độ trao đổi dữ liệu, phần mở đầu của bức điện bao gồm 9 bytes ký tự, nếu chúng ta tính cả các bit của khung ký tự thì sẽ có 11 bit cho mỗi byte ký tự (start bit + 8 bit/ký tự + stop bit + parity). Do chỉ có một trạm chủ nên ta bỏ qua khoảng thời gian giữa bức điện token. Do vậy, thời gian cho 1 chu kỳ bức điện (không tính dữ liệu) là tổng thời gian Bus và thời gian truyền phần bức điện mở đầu như sau: $T_{mc}$ (Tbits) = 2*9 (header byte length)* 11 bits/byte + $T_{sdr}$ + $T_{syn}$ + $T_{is1}$.

$T_{mc}$ = 198 bits + 30 bits + 33 bits + 75 bits = 336 Tbits

$T_{mc}$ (us) = 336 Tbits* 83 ns/Tbit = 28 us

Như vậy 28 us là thời gian Bus không tính tới dữ liệu.

Ví dụ, chúng ta phải truyền 10 bytes đầu ra, 20 bytes đầu vào. Chúng ta có dịch vụ SRD (gửi và nhận dữ liệu có xác nhận) sẽ gửi dữ liệu tới đầu

ra và nhận dữ liệu từ đầu vào trong 1chu kỳ bức điện, thời gian cho một chi kỳ bức điện với dữ liệu như trên được tính như sau:

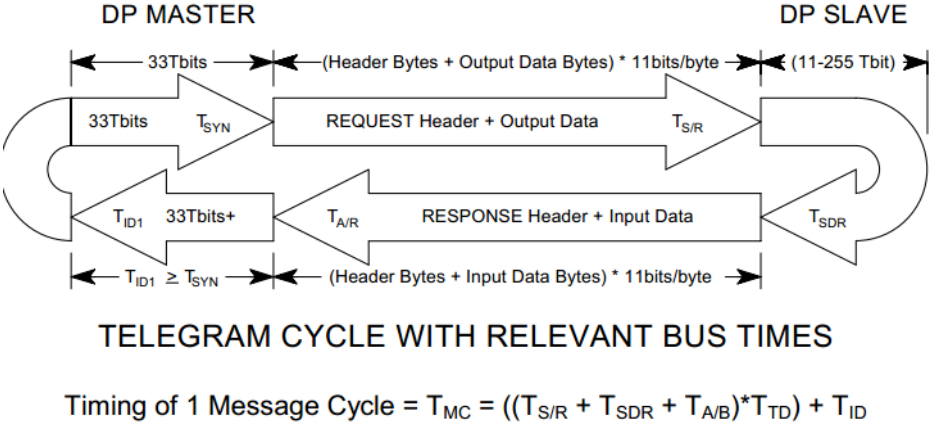
$T_{mc}$ = [336 Tbits + thời gian để truyền dữ liệu]

= 336 + [10 bytes +20 bytes]* 11 bit/byte= 666

Tbits $T_{mc}$ = 28 us+ 330 Tbits*83 ns/bit

$T_{mc}$ = [28 us] + 27.39 = 55.39 us/slave.

Hình dưới đây đưa ra phương pháp tổng quát về cách tính chu kỳ Bus trong 1 chu kỳ bức điện:




***Hình 3.4*** *Tính chu kỳ bus giữa master và slave của mạng Profibus*

### *3.1.4 Dịch vụ truyền dữ liệu*

Các dịch vụ truyền dữ liệu thuộc lớp 2 trong mô hình đối chiếu OSI, hay còn gọi là lớp FDL (*Fieldbus Data link*), chung cho cả FMS, DP và PA. PROFIBUS chuẩn hoá bốn dịch vụ trao đổi dữ liệu, trong đó 3 dịch vụ thuộc phạm trù dịch vụ không tuần hoàn và 1 thuộc phạm trù dịch tuần hoàn. Cụ thể:

- *SDN* (*Send Data with No Acknowledge*): Gửi dữ liệu không xác nhận.
- *SDA* (*Send Data with Acknowledge*): Gửi dữ liệu với xác nhận.
- *SRD* (*Send and Request Data with Reply*): Gửi và yêu cầu trả lời dữ liệu.
- *CSRD* (*Cyclic Send and Request Data with Reply*): Gửi và yêu cầu trả lời dữ liệu tuần hoàn.

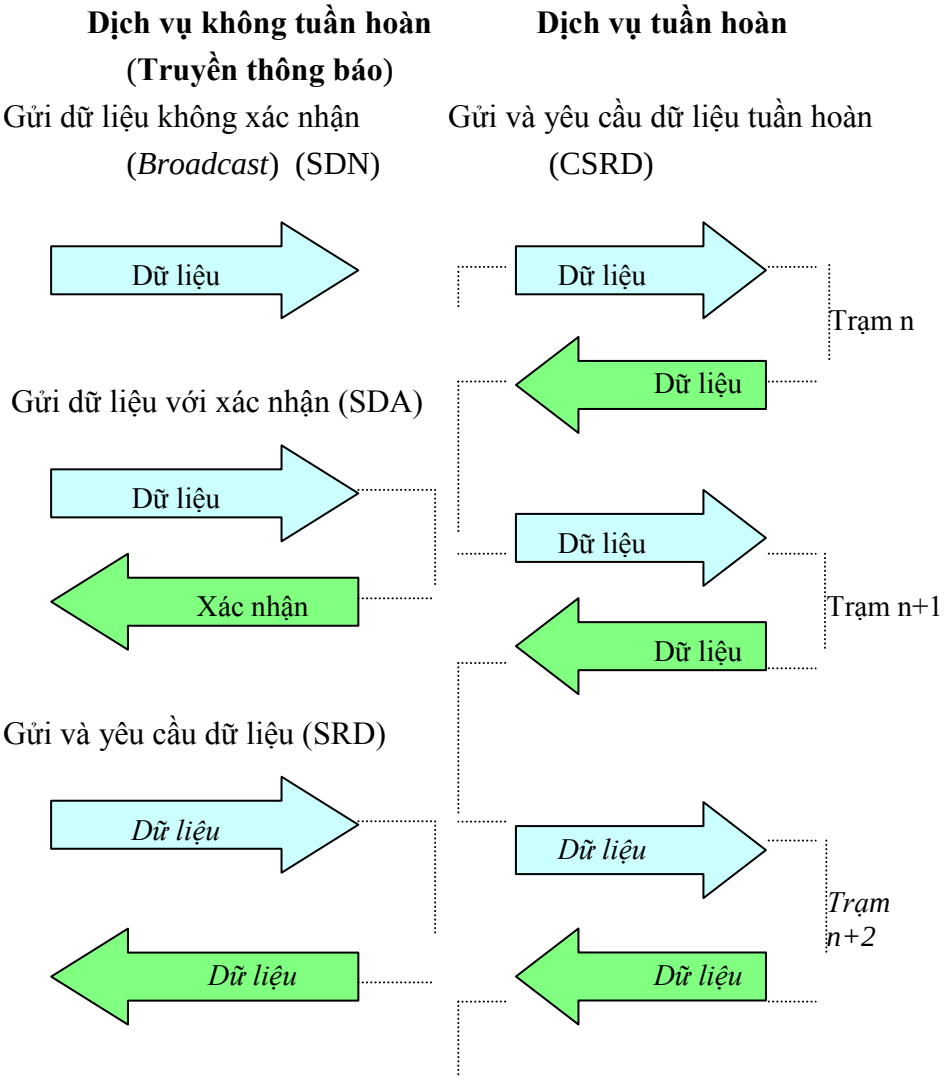
Các dịch vụ này thường được sử dụng để truyền các dữ liệu có tính chất bất thường như các thông báo sự kiện, trạng thái và đặt chế độ làm việc, vì vậy còn được gọi là các dịch vụ truyền thông báo.

Dịch vụ SDN được dùng chủ yếu cho việc gửi đồng loạt (*Broadcats*) hoặc gửi tới nhiều đích (*Multicats*). Một trạm tích cực có thể gửi một bức điện đồng loạt tới tất cả hoặc tới một số trạm khác mà không cần cũng như không thể đòi hỏi xác nhận. Có thể lấy ví dụ tiêu biểu như việc tham số hoá, cài đặt và khởi động chương trình trên nhiều trạm cùng một lúc. Để thực hiện theo các chế độ này, không cần phải gửi các bức điện tới từng địa chỉ mà chỉ cần gửi một bức điện duy nhất mang địa chỉ đặt trước là 127. Vì vậy, các trạm chỉ có thể nhận địa chỉ từ 0-126.

Các dịch vụ còn lại chỉ phục vụ trao đổi dữ liệu không tuần hoàn giữa hai đối tác. SDA và SRD đều là các dịch vụ trao đổi dữ liệu cần có xác nhận, trong đó SRD bên nhận có trách nhiệm gửi kết quả đáp ứng trở lại. Hai dịch vụ này được dùng phổ biến trong việc trao đổi dữ liệu giữa trạm chủ và trạm tớ. Do tính chất không tuần hoàn của hai dịch vụ này, để thực hiện mỗi cuộc trao đổi dữ liệu đều phải có yêu cầu từ một lớp trên xuống tới lớp 2, thời gian xử lý giao thức tăng lên và hiệu suất truyền thông giảm đi. Chính vì vậy, hai dịch vụ này chỉ thích hợp với việc trao đổi dữ liệu không gấp lắm cũng như không tuần hoàn.

Dịch vụ trao đổi dữ liệu tuần hoàn duy nhất (CSRD) được quy định với mục đích hỗ trợ việc trao đổi dữ liệu quá trình ở cấp chấp hành, giữa các module vào/ra phân tán, các thiết bị cảm biến và cơ cấu chấp hành với máy tính điều khiển. Một trạm chủ sẽ có trách nhiệm hỏi tuần tự các trạm tớ và yêu cầu trao đổi dữ liệu theo một trình tự nhất định. Phương pháp đó được gọi là *Polling*. Vì thế, dữ liệu trao đổi luôn luôn sẵn sàng tại lớp 2, tạo điều kiện cho các chương trình ứng dụng trao đổi dữ liệu dưới cấp trường một cách hiệu quả nhất. Khi một chương trình ứng dụng cần truy nhập dữ liệu quá trình, nó chỉ cần trao đổi với thành phần thuộc lớp 2 trong cùng một trạm mà không phải chờ thực hiện truyền thông với các trạm khác. Dịch vụ này tiêu biểu cho PROFIBUS-DP.

Ngoài các dịch vụ trao đổi dữ liệu, lớp 2 của PROFIBUS còn cung cấp các dịch vụ quản trị mạng. Các dịch vụ này phục vụ việc đặt cấu hình, tham số hoá, đặt chế độ làm việc của các trạm cũng như đưa ra các thông báo sự kiện.




***Hình 3.5*** *Các dịch vụ truyền dữ liệu PROFIBUS*

*Cấu trúc bức điện*

Một bức điện (*telegram*) trong giao thức thuộc lớp 2 của PROFIBUS được gọi là khung (*frame*). Ba khung có khoảng cách Hamming 4 (HD=4) và một loại khung đặc biệt đánh dấu một *Token* được quy định như sau:

- Khung với chiều dài thông tin cố định, không mang dữ liệu:

| SD1 | DA | SA | FC | FCS | ED |
|---|---|---|---|---|---|

- Khung với chiều dài thông tin cố định, mang 8 byte dữ liệu:

| SD3 | DA | SA | FC | DU | FCS | ED |
|---|---|---|---|---|---|---|

- Khung với chiều dài thông tin khác nhau, với 1-246 byte dữ liệu:

| SD2 | LE | Ler | SD2 | DA | SA | FC | DU | FCS | ED |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

LE

- Token:

| SD4 | DA | SA |
|---|---|---|

Các ô DA, SA, FC và DU (nếu có) được coi là phần mang thông tin. Trừ ô DU, mỗi ô còn lại trong một bức điện đều có chiều dài 8 bit (tức một ký tự) với các ý nghĩa cụ thể như sau:

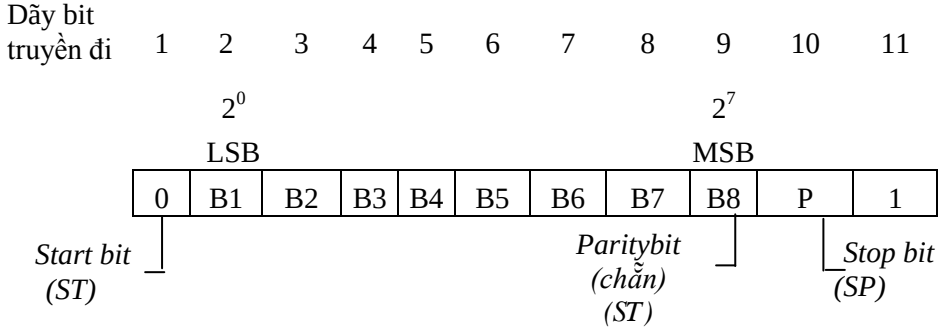
***Bảng 3.2*** *Ngữ nghĩa khung bức điện*

| **Ký hiệu** | **Tên đầy đủ** | **Ý nghĩa** |
|---|---|---|
| SD1… SD4 | *Start Delimiter* | Byte khởi đầu, phân biệt giữa các loại khung SD1=10H, SD2=68H, SD3=A2H, SD4=DCH |
| LE | *Length* | Chiều dài thông tin (4-249 byte) |
| Ler | *Length Repeated* | Chiều dài thông tin nhắc lại vì lý do an toàn |
| DA | *Destination Address* | Địa chỉ đích (trạm nhận) từ 0-127 |
| SA | *Source Address* | Địa chỉ nguồn (trạm gửi) từ 0-126 |
| DU | *Data Unit* | Đơn vị dữ liệu |
| FC | *Frame Control* | Byte kiểm soát khung |
| FCS | *Frame Check Sequence* | Byte kiểm soát lỗi, khoảng cách Hamming=4 |
| ED | *End Delimiter* | Byte kết thúc, ED=16H |

Byte kiểm soát khung (FC) dùng để phân biệt các kiểu bức điện, ví dụ bức điện gửi hay yêu cầu dữ liệu (*Send and/or Request*) cũng như xác nhận hay đáp ứng (*Acknowledgment/Response*). Bên cạnh đó, byte FC còn chứa thông tin về việc kiểm soát lưu thông để tránh việc mất mát hoặc gửi đúp dữ liệu cũng như thông tin kiểu trạm, trạng thái FDL.

PROFIBUS-FMS và PROFIBUS-DP sử dụng phương thức truyền không đồng bộ, vì vậy việc đồng bộ hoá giữa bên gửi và bên nhận phải thực hiện với từng ký tự. Cụ thể, mỗi byte trong bức điện từ lớp 2

chuyển xuống lớp vật lý sẽ được xây dựng thành một ký tự khung UART dài 11 bit, trong đó một bit khởi đầu (*Start bit*), một bit chẵn lẻ (*Parity chẵn*) và một bit kết thúc (*Stop bit*).




***Hình 3.6*** *Ký tự khung UART sử dụng trong PROFIBUS*

Việc thực hiện truyền tuân thủ theo các nguyên tắc sau đây:

• Trạng thái Bus rỗi tương ứng với mức tín hiệu của bit 1, tức mức tín hiệu thấp theo phương pháp mã hoá bit NRZ (0 ứng với mức tín hiệu cao).

• Trước một khung yêu cầu (*Request frame*) cần một thời gian rỗi tối thiểu là 33 bit phục vụ mục đích đồng bộ hoá giữa hai bên gửi và nhận.

• Không cho phép thời gian rỗi giữa các ký tự UART của một khung.

• Với mỗi ký tự UART, bên nhận kiểm tra bit khởi đầu, bit cuối và bit chẵn lẻ (*Parity chẵn*). Với mỗi khung bên nhận kiểm tra các bit SD, DA, SA, FCS, ED, LE/LEr (nếu có) cũng như thời gian rỗi trước mỗi khung yêu cầu. Nếu có lỗi, toàn bộ khung phải huỷ bỏ.

Trong trường hợp gửi dữ liệu với xác nhận (SDA), bên nhận có thể dùng một ký tự duy nhất SC =E5H để xác nhận. Ký tự duy nhất SC này cũng được sử dụng để trả lời yêu cầu dữ liệu (SRD) trong trường hợp bên được yêu cầu không có dữ liệu đáp ứng.

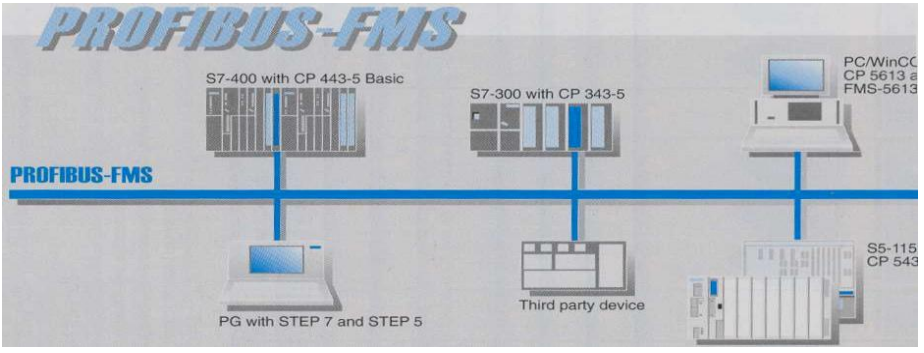
### *3.1.5 PROFIBUS-FMS*

FMS (*fieldbus Message Specification*) thực chất là một tập con của MMS (*Manufactoring Message Specification*), một chuẩn giao thức thuộc lớp 7 theo mô hình đối chiếu OSI cho kiểu giao tiếp hướng thông báo (*Message-oriented Communication*) được áp dụng rộng rãi trong công nghiệp. Cũng như các giao thức khác, FMS không chỉ chuẩn hoá ý nghĩa của các thông báo (ngữ nghĩa), mà còn cả cấu trúc bức điện của các thông báo (cú pháp).

Sử dụng PROFIBUS-FMS là Bus hệ thống, các thiết bị điều khiển khả trình có thể ghépnối theocấu hình nhiều chủ để giao tiếp với nhau và với các thiết bị trường thông minh dưới hình thức gửi các thông báo. Ở đây, phạm vi chức năng, dịch vụ cao cấp là tính năng được coi trọng hơn so với thời gian phản ứng của hệ thống. Do đặc điểm của các ứng dụng trên cấp điều khiển và điều khiển giám sát, dữ liệu được trao đổi chủ yếu với tính chất không định kỳ.

Đối chiếu với OSI, lớp ứng dụng của PROFIBUS-FMS bao gồm hai lớp con là FMS và LLI. Bởi các lớp từ 3 đến 6 không xuất hiện ở đây, lớp LLI có vai trò thích ứng, chuyển dịch các dịch vụ giữa lớp FMS và FDL. Giao diện giữa FMS với các quá trình ứng dụng được thực hiện bởi lớp ALI (*Application Layer Interface*).

Trên *Hình 3.7*, tác giả chọn cấu trúc mô tả một mạng PROFIBUS-FMS với các thành viên kết nối là các sản phẩm của SIEMENS.

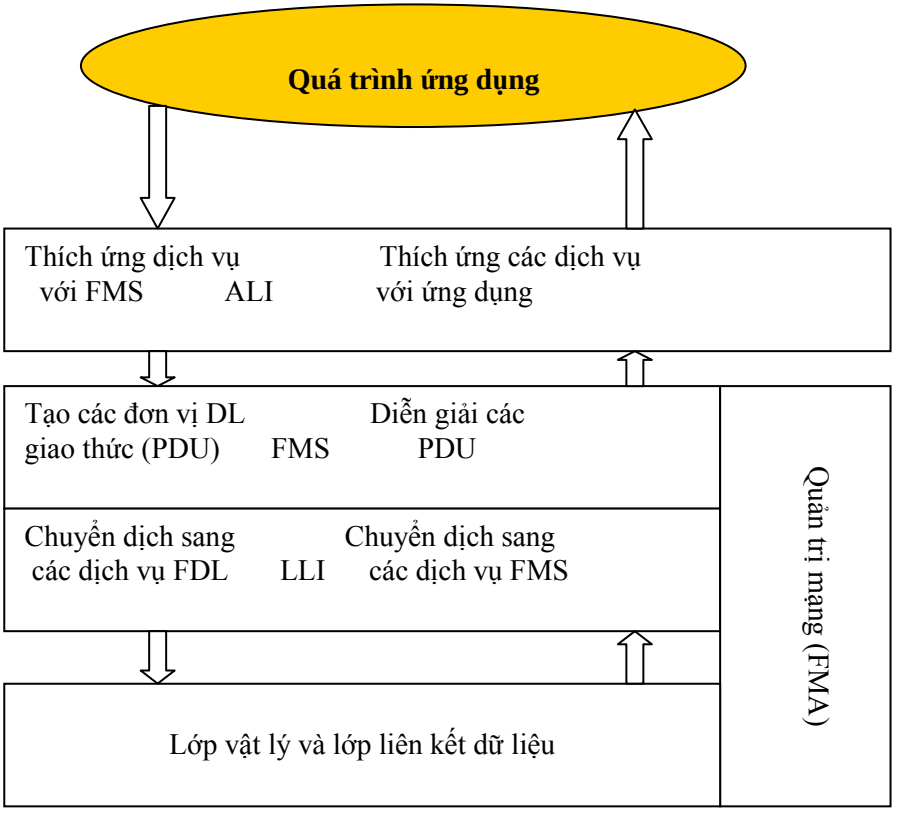



***Hình 3.7*** *Mạng PROFIBUS-FMS*

*Giao tiếp hướng đối tượng*

PROFIBUS-FMS cho phép thực hiện các hoạt động giao tiếp hướng đối tượng theo cơ chế *Client/Server*. Ở đây, ý nghĩa của phương thức đối tượng là quan điểm thống nhất trong giao tiếp dữ liệu, không phụ thuộc vào các đặc điểm của nhà sản xuất thiết bị hay của lĩnh vực ứng dụng cụ thể.

Các phần tử có thể truy nhập được từ một trạm trong mạng, đại diện cho các đối tượng thực hay ở các biến quá trình được gọi là các đối tượng giao tiếp. Ví dụ, giá trị đo của một cảm biến nhiệt hoặc trạng thái logic của một van đóng/mở có thể được đại diện qua các đối tượng giao tiếp tương ứng. Các thành viên trong mạng giao tiếp với nhau thông qua các đối tượng này.




***Hình 3.8*** *Kiến trúc FMS trong mô hình đối chiếu OSI*

Việc truy nhập các đối tượng có thể thực hiện theo nhiều cách khác nhau. Phương pháp hiệu quả nhất là sử dụng chỉ số đối tượng (*Object Index*), còn gọi là phương pháp định địa chỉ logic. Chỉ số có thể coi là căn cước của một đối tượng nội trong một thành viên của mạng, được biểu diễn bằng một số thứ tự 16 bit. Nhờ vậy, các khung thông báo sẽ có chiều dài ngắn nhất so với các phương pháp khác. Một khả năng thứ hai là truy nhập thông qua tên hình thức của đối tượng, hay còn gọi là *tag* của đối tượng. Mỗi đối tượng có một tên hình thức phân biệt thống nhất. Phương pháp này thể hiện ưu điểm ở tính trực quan, dễ theo dõi trong quá trình thực hiện một dự án.

*Thiết bị trường ảo (VFD)*

Thiết bị trường ảo (*Virtual Field Device, VFD*) là một mô hình trừu tượng, mô tả các dữ liệu, cấu trúc dữ liệu và đặc tính của thiết bị tự

động hoá dưới giác độ của một đối tác giao tiếp. Một đối tượng VFD chứa tất cả các đối tượng giao tiếp và danh mục mô tả các đối tượng mà các đối tác giao tiếp có thể truy nhập qua các dịch vụ. Một đối tượng VFD được sắp xếp tương ứng với đúng một quá trình ứng dụng.

Một thiết bị thực có thể chứa nhiều đối tượng VFD, trong đó địa chỉ của mỗi đối tượng VFD được xác định các điểm đầu cuối giao tiếp của nó. Việc mô tả một đối tượng VFD được quy định chặt chẽ trong chuẩn.

*Mô tả đối tượng*

Mỗi đối tượng giao tiếp được mô tả thông qua các thuộc tính. Bản thân các cấu trúc mô tả đối tượng cũng chính là các đối tượng ngầm hiểu, được định nghĩa thống nhất trong chuẩn cho mỗi kiểu đối tượng. Dưới đây là một ví dụ cấu trúc mô tả các đối tượng biến đơn giản (*Simple Variable*).

| Chỉ số (*Index*) | Mã đối tượng (*Object Code*) | Các thuộc tính khác (*Further Object Attributes*) | Địa chỉ thực của đối tượng (*Real Object Address*) | Tên (*Name*) | Mở rộng (*Estension*) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |

Mỗi thiết bị tham gia mạng được tạo đặt một danh mục đối tượng (*Object Dictionary, OD*), trong tất cả các đối tượng do nhà sản xuất thiết bị định nghĩa bổ sung mà có thể truy nhập từ các trạm khác cần được mô tả. Danh mục đối tượng của chính thiết bị được gọi là OD nguồn (*Source OD*). Bên cạnh đó, một đối tác của thiết bị cũng chứa một bản sao OD của OD nguồn, được gọi là OD từ xa (*Remote OD*).

Các đối tượng giao tiếp FMS được định nghĩa thuộc một trong các kiểu được liệt kê dưới đây:

- *Biến*: Là biến đơn giản (*Simple Variable*), mảng (*array*) hoặc cấu trúc (*Record*).
- *Danh sách biến* (*Variable List*): Có thể được tạo ra và bổ sung các biến trong chương trình ứng dụng chạy.
- *Sự kiện* (*Event*): Đại diện cho các thông báo, cảnh báo.
- *Miền nhớ* (*Domain*): Chỉ một vùng nhớ có liên kết logic, chứa mã hoặc dữ liệu.
- *Gọi chương trình* (*Program Invocation*): Bao gồm nhiều domain, chứa các phần mã chương trình, các dữ liệu và tham số của một chương trình.

Các biến, sự kiện và miền nhớ được xếp vào nhóm kiểu đối tượng tĩnh, bởi chúng được tạo ra trước khi chương trình ứng dụng chạy. Các đối tượng thuộc một trong hai kiểu còn lại (*Variable List* và *Program Invocation*) được gọi là đối tượng động, có thể được tạo ra trong khi chương trình ứng dụng chạy.

Để mô tả thuộc tính các đối tượng, PROFIBUS-FMS quy định một số kiểu dữ liệu chuẩn, được liệt kê trong *Bảng 3.3*. Bên cạnh các kiểu dữ liệu chuẩn này, khi sử dụng chúng ta có thể tự định nghĩa các kiểu dẫn xuất riêng sao cho phù hợp.

***Bảng 3.3*** *Các kiểu dữ liệu chuẩn trong PROFIBUS-FMS*

| **Chỉ số** | *Kiểu dữ liệu* | **Chiều dài (byte)** | **Mô tả** |
|---|---|---|---|
| 1 | *Boolean* | 1 | Kiểu bool, giá trị 1 hoặc 2 |
| 2 | *Integer8* | 1 | Kiểu nguyên có dấu 8 bit |
| 3 | *Integer16* | 2 | Kiểu nguyên có dấu 16 bit |
| 4 | *Integer32* | 4 | Kiểu nguyên có dấu 32 bit |
| 5 | *Unsigned8* | 1 | Kiểu nguyên dương 8 bit |
| 6 | *Unsigned16* | 2 | Kiểu nguyên dương 16 bit |
| 7 | *Unsigned32* | 4 | Kiểu nguyên dương 32 bit |
| 8 | *Floating Point* | 4 | Số thực dấu phảy động theo chuẩn IEEE |
| 9 | *Visible String* | N | Chuỗi các ký tự in được |
| 10 | *Octet String* | N | Chuỗi các byte |
| 11 | *Date* | 7 | Ngày tháng |
| 12 | *Time of Day* | 4 hoặc 6 | Thời gian trong ngày |
| 13 | *Time Difference* | 4 hoặc 6 | Khoảng thời gian |
| 14 | *Bit String* | N | Chuỗi bit |

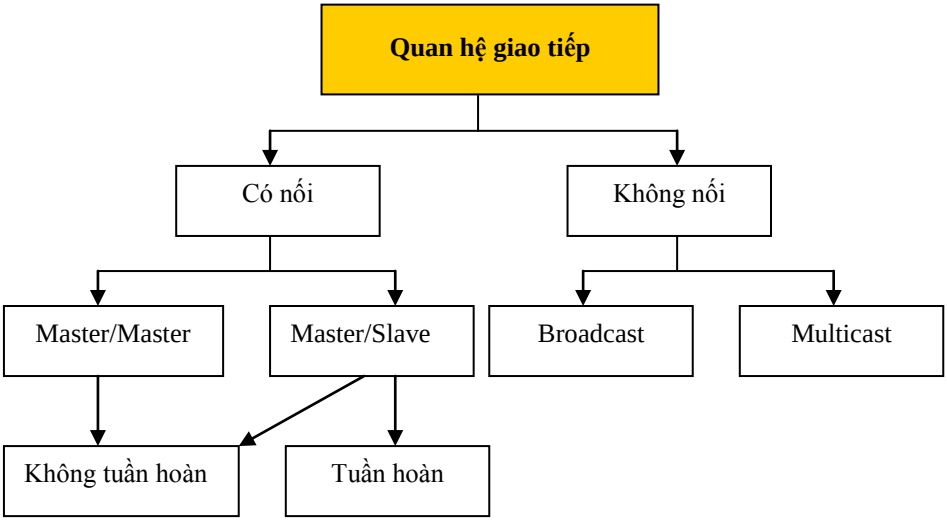
*Quan hệ giao tiếp*

Ngoại trừ các hình thức gửi đồng loạt (*Broadcast* và *Multicast*), việc trao đổi dữ liệu thông tin trong FMS luôn được thực hiện giữa hai đối tác truyền thông dưới hình thức có nối theo cơ chế Client/Server. Một Client được hiểu là một chương trình ứng dụng (nói chính xác hơn là một quá trình ứng dụng) gửi yêu cầu để truy nhập đối tượng. Còn một server chính là một chương trình cung cấp các dịch vụ truyền thông thông qua các đối tượng. Mối quan hệ giữa một client và một server được gọi là một kênh logic. Về nguyên tắc, một chương trình ứng dụng có thể đóng cả hai vai trò là client và server.

Mỗi thành viên trong mạng có thể đồng thời có nhiều quan hệ giao tiếp với cùng một thành viên khác hoặc với các thành viên khác nhau.

Mỗi quan hệ giao tiếp được mô tả bởi các thông số trong một tham chiếu truyền thông (*Communication Reference, CR*), bao gồm địa chỉ trạm đối tác (*Remote Address, RA*), điểm truy nhập dịch vụ (*Service Access Point, SAP*), các loại dịch vụ được hỗ trợ và chiều dài các bộ nhớ đệm.

Mỗi CR phải được người sử dụng định nghĩa trong quá trình thực hiện dự án, trước khi mạng được đưa vào hoạt động. Tất cả các CR của một thành viên cần được đưa vào một danh sách quan hệ giao tiếp (*Communication Relationship List, CRL*). Trước khi hai đối tác truyền thông, chúng phải tạo một kênh tương ứng. Khi đó các thông số được định nghĩa trong CR sẽ được hai bên kiểm tra để khẳng định tính tương thích.




***Hình 3.9*** *Các kiểu quan hệ giao tiếp PROFIBUS*

*Dịch vụ truyền thông*

Để hỗ trợ nhiều thể loại ứng dụng mạng khác khau, PROFIBUS-FMS chuẩn hoá một loạt các dịch vụ, có thể chia làm hai phạm trù là các dịch vụ ứng dụng và các dịch vụ quản trị. Các hàm dịch vụ được mô tả tóm tắt trong *Bảng 3.4*.

***Bảng 3.4*** *Tóm tắt các hàm dịch vụ FMS*

| Dịch vụ | Hàm dịch vụ | Mô tả tóm tắt |
|---|---|---|
| *Context Management* | *Initiate*<br>*Abort*<br>*Reject* | Khởi tạo nối giữa hai đối tác.<br>Ngắt nối giữa hai đối tác.<br>Bác bỏ một dịch vụ hoặc PDU không hợp lệ. |

| Dịch vụ | Hàm dịch vụ | Mô tả tóm tắt |
|---|---|---|
| *VFD-Support* | *Status*<br>*UnsolicitedStatus*<br>*Identity* | Đọc trạng thái một thiết bị hoặc ứng dụng.<br>Báo cáo trạng thái một cách tự phát.<br>Đọc thông tin nhà sản xuất, kiểu và đời thiết bị. |
| *Object List Management* | *GetOD*<br>*InitiatePutOD*<br>*PutOD*<br>*TerminatePutOD* | Đọc một hoặc nhiều mô tả đối tượng từ OD.<br>Chuẩn bị truyền nạp OD xuống server.<br>Truyền nạp mô tả đối tượng xuống server.<br>Kết thúc truyền nạp mô tả đối tượng. |
| *Domain Management* | *IntiateDownloadSequence*<br>*DownloadSegment*<br>*TerminateDownloadSequence*<br>*RequestDomainDownload*<br>*IntiateUploadSequence*<br>*UploadSegment*<br>*TerminateUploadSequence*<br>*RequestDomainUpload* | Chuẩn bị truyền nạp dữ liệu xuống domain.<br>Truyền nạp một khối dữ liệu xuống.<br>Kết thúc truyền nạp dữ liệu xuống.<br>Server yêu cầu truyền nạp dữ liệu xuống.<br>Chuẩn bị truyền nạp dữ liệu từ domain lên.<br>Truyền nạp một khối dữ liệu lên.<br>Kết thúc truyền nạp dữ liệu lên.<br>Server yêu cầu truyền nạp dữ liệu lên. |
| *Program Invocation* | *CreateProgramInvocation*<br>*DeleteProgramInvocation*<br>*Start*<br>*Stop*<br>*Resume*<br>*Reset*<br>*Kill* | Phối hợp các domain thành một chương trình.<br>Xoá một đối tượng chương trình.<br>Reset và khởi động một chương trình.<br>Dừng một chương trình.<br>Tiếp tục một chương trình bị dừng. |

| Dịch vụ | Hàm dịch vụ | Mô tả tóm tắt |
|---|---|---|
| | | Reset một chương trình.<br>Kết thúc và đóng hẳn một chương trình. |
| *Variable Access* | *Read*<br>*Write*<br>*Readwith Type*<br>*WritewithType*<br>*PhysRead*<br>*PhysWrite*<br>*InformationReport*<br>**InformationReportWithType**<br>*DefineVariableList*<br>*DeleteVariableList* | Đọc giá trị một biến.<br>Ghi giá trị một biến.<br>Đọc giá trị và kiểu một biến.<br>Ghi giá trị và kiểu một biến.<br>Đọc một đối tượng truy nhập vật lý (vùng nhớ).<br>Ghi một đối tượng truy nhập vật lý (vùng nhớ).<br>Gửi đồng loạt giá trị một biến.<br>Gửi đồng loạt giá trị và kiểu một biến.<br>Phối hợp các biến thành một danh sách.<br>Xoá bỏ một danh sách biến. |
| *Event Management* | *EventNotification*<br>*EventNotificationWithTyte*<br>*AcknowledgeEventNotification*<br>*alterEventConditionMonitoring* | Gửi báo cáo sự kiện.<br>Gửi báo cáo sự kiện kèm theo kiểu.<br>Xác nhận báo cáo sự kiện.<br>Thay đổi cho/không cho gửi báo cáo sự kiện. |

Các dịch vụ ứng dụng bao gồm:

- *Variable Access:* Truy nhập dữ liệu
- *Program Invocation:* Đối tượng chương trình, liên kết các domain thành một chương trình và kiểm soát các hoạt động của chương trình.
- *Domain Management:* Quản lý miền nhớ, truyền nạp và quản lý các vùng nhớ có liên kết logic.
- *Event Management:* Hỗ trợ xử lý sự kiện (kiểm soát bởi chương trình ứng dụng).

Các dịch vụ quản lý bao gồm:

- *VFD-Support:* Hỗ trợ thiết bị ảo, cung cấp thông tin về các thiết bị trường thông qua đối tượng thiết bị trường ảo VFD (*Virtual Field Device*).

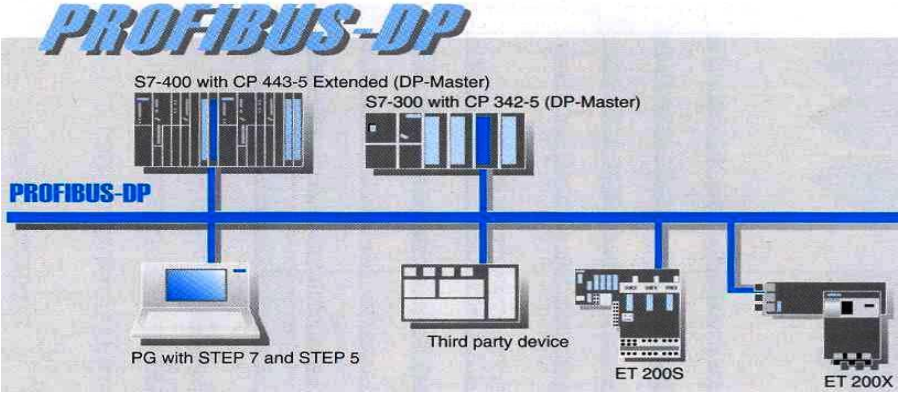
• *Object List Management:* Quản lý danh mục các đối tượng.

• *Context Management:* Quản lý ngữ cảnh, có ý nghĩa là quản lý các mối liên kết (tạo nối, ngắt nối).

### *3.1.6 PROFIBUS-DP*

PROFIBUS-DP (*Dezentral Peripherie*) được phát triển nhằm đáp ứng các yêu cầu cao về tính năng thời gian trong trao đổi dữ liệu dưới cấp trường, ví dụ giữa thiết bị điều khiển khả trình hoặc máy tính cá nhân công nghiệp với các thiết bị trường phân tán như I/O, các thiết bị đo, truyền động và van. Việc trao đổi dữ liệu ở đây chủ yếu được thực hiện tuần hoàn theo cơ chế Chủ/Tớ. Các dịch vụ truyền thông cần thiết được định nghĩa qua các hàm DP cơ sở dựa theo chuẩn quốc tế EN 50 170. Bên cạnh đó, DP còn hỗ trợ các dịch vụ truyền thông không tuần hoàn, phục vụ tham số hoá, vận hành và chẩn đoán các thiết bị trường thông minh.

Đối chiếu với mô hình đối chiếu OSI, PROFIBUS-DP chỉ thực hiện các lớp 1 và 2 vì lý do hiệu suất xử lý giao thức và tính năng thời gian. Tuy nhiên, DP định nghĩa phía trên lớp 7 một lớp ánh xạ liên kết với lớp 2 gọi là DDLM (*Direct Data Link Mapper*) cũng như một lớp giao diện sử dụng (U*ser Interface Layer*) chứa các hàm DP cơ sở và các hàm DP mở rộng. Trong khi các hàm DP cơ sở chủ yếu phục vụ trao đổi dữ liệu tuần hoàn, thời gian thực, các hàm DP mở rộng cung cấp các dịch vụ truyền dữ liệu không định kỳ như tham số thiết bị, chế độ vận hành và thông tin chẩn đoán. Ta lấy một ví dụ mô tả cấu trúc của PROFIBUS-DP *(Hình 3.10).*




***Hình 3.10*** *Mạng PROFIBUS-DP*

*Cấu hình hệ thống và kiểu thiết bị*

Với số trạm tối đa trong một mạng là 126, DP cho phép sử dụng cấu hình một trạm chủ (*Mono-Master*) hoặc nhiều trạm chủ (*Multi-Master*). Cấu hình hệ thống định nghĩa số trạm, gán các địa chỉ trạm cho các địa chỉ vào/ra tính nhất quán dữ liệu vào/ra, khuôn dạng các thông báo chẩn đoán và các tham số Bus sử dụng. Trong cấu hình nhiều chủ, tất cả các trạm chủ đều có thể đọc ảnh dữ liệu đầu vào/ra của các trạm tớ. Tuy nhiên, duy nhất một trạm chủ được quyền ghi dữ liệu đầu ra.

Tùy theo phạm vi chức năng, kiểu dịch vụ thực hiện, người ta phân biệt các kiểu thiết bị DP như sau:

- *Dp-Master Class 1 (DPM1)*: Các thiết bị thuộc kiểu này trao đổi dữ liệu với các trạm tớ theo một chu trình được quy định. Thông thường, đó là các bộ điều khiển trung tâm, ví dụ PLC hoặc PC.

- *Dp-Master Class 2 (DPM2)*: Các máy lập trình, công cụ cấu hình và vận hành, chẩn đoán hệ thống Bus. Bên cạnh các dịch vụ của class 1, các thiết bị này còn cung cấp các hàm đặc biệt phục vụ đặt cấu hình hệ thống, chẩn đoán trạng thái, truyền nạp chương trình,...

- *DP-Slave*: Các thiết bị tớ chỉ cần thực hiện một phần nhỏ các dịch vụ so với một trạm chủ. Cụ thể, chúng trao đổi dữ liệu tuần hoàn một cách thụ động với trạm chủ cũng như có thể thông báo trạng thái chẩn đoán và sự kiện cục bộ. Thông thường, đó là các thiết bị trường (I/O, truyền động, HMI, van, cảm biến) hoặc các bộ điều khiển phân tán. Bộ điều khiển PLC (với các vào/ra tập trung) cũng có thể đóng vai trò là một trạm tớ thông minh.

Trong thực tế, một thiết bị có thể thuộc một kiểu riêng biệt nói trên hoặc phối hợp các chức năng của cả hai kiểu trên. Ví dụ, một thiết bị có thể phối hợp chức năng của DPM 1 với DPM 2 hoặc trạm tớ với DPM 1.

Việc đặt cấu hình hệ thống được thực hiện bằng các công cụ (phần mềm). Thông thường, một công cụ cấu hình cho phép người sử dụng bổ sung và tham số hoá nhiều loại thiết bị của cùng một nhà sản xuất một cách tương đối đơn giản, bởi các thông tin tính năng cần thiết của các thiết bị này đã được đưa vào cơ sở dữ liệu của công cụ cấu hình. Còn các thiết bị của các hãng khác, công cụ cấu hình đòi hỏi một dạng mô tả đi kèm, gọi là *GSD-File* (*Geratestammdaten*).

*Đặc tính vận hành hệ thống*

Chuẩn DP mô tả chi tiết đặc tính vận hành hệ thống để đảm bảo tính tương thích và khả năng thay thế lẫn nhau của các thiết bị. Trước hết, đặc tính vận hành của hệ thống được xác định qua các trạng thái hoạt động của các thiết bị chủ:

- *STOP*: Không truyền dữ liệu sử dụng giữa trạm chủ và trạm tớ, chỉ có thể chẩn đoán và tham số hoá.
- *CLEAR*: Trạm chủ đọc thông tin đầu vào từ các trạm tớ và giữ các đầu ra ở giá trị an toàn.
- *OPERATE*: Trạm chủ ở chế độ trao đổi dữ liệu đầu vào và đầu ra tuần hoàn với các trạm tớ. Trạm chủ cũng thường xuyên gửi thông tin trạng thái của nó tới các trạm tớ sử dụng lệnh gọi đồng loạt vào các khoảng thời gian đặt trước.

Các hàm DP cơ sở cho phép ta đặt trạng thái làm việc cho cả hệ thống. Phản ứng của hệ thống đối với một lỗi xảy ra trong quá trình truyền dữ liệu của trạm chủ (ví dụ khi một trạm tớ có sự cố) được xác định bằng tham số cấu hình "Auto-clear". Nếu tham số này được chọn đặt, trạm chủ sẽ đặt đầu ra cho tất cả các trạm tớ của nó về trạng thái an toàn trong trường hợp một trạm tớ có sự cố, sau đó trạm chủ sẽ tự chuyển về trạng thái *CLEAR*. Nếu tham số này không được đặt, trạm chủ vẫn sẽ tiếp tục giữ ở trạng thái *OPERATE*.

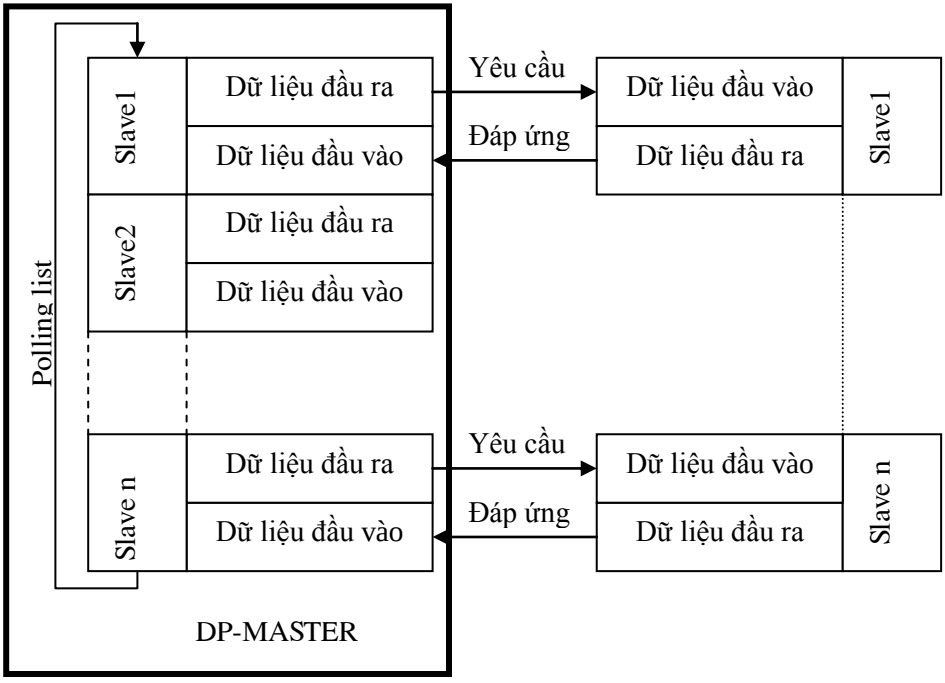
*Trao đổi dữ liệu giữa master và slave:*

Trao đổi dữ liệu giữa trạm chủ và các trạm tớ gán cho nó được thực hiện tự động theomột quy trình quy định sẵn. Khi đặt cấu hình hệ thống Bus, người ta sử dụng định nghĩacác trạm tớ cho một thiết bị DPM1, quy định các trạm tớ tham gia và các trạm tớ không tham gia trao đổi dữ liệu tuần hoàn.

Trước khi thực hiện trao đổi dữ liệu tuần hoàn, trạm chủ chuyển thông tin cấu hình và các tham số đã được đặt xuống các trạm tớ. Mỗi trạm tớ sẽ kiểm tra các thông tin về kiểu thiết bị, khuôn dạng và chiều dài dữ liệu, số lượng các đầu vào/ra. Chỉ khi thông tin cấu hình đúng với cấu hình thực hiện của thiết bị và các tham số hợp lệ thì nó mới bắt đầu thực hiện trao đổi dữ liệu tuần hoàn với trạm chủ.

Trong mỗi chu kỳ, trạm chủ đọc các thông tin đầu vào lần lượt từ các trạm tớ lên bộ nhớ đệm cũng như đưa thông tin đầu ra từ bộ nhớ đệm xuống lần lượt các trạm tớ theo một trình tự quy định sẵn trong danh

sách (*Polling List*). Mỗi trạm tớ cho phép truyền tối đa 246 byte dữ liệu đầu vào và 246 byte dữ liệu đầu ra. Nguyên tắc trao đổi dữ liệu tuần hoàn Chủ/Tớ như ta thấy được minh hoạ trong *Hình 3.11*.




***Hình 3.11*** *Nguyên tắc trao đổi dữ liệu tuần hoàn Master/Slave*

Với mỗi trạm tớ, trạm chủ gửi một khung yêu cầu và chờ đợi một khung đáp ứng (bức điện trả lời hoặc xác nhận). Thời gian trạm chủ cần để xử lý một lượt danh sách hỏi tuần tự chính là chu kỳ Bus. Đương nhiên, chu kỳ Bus cần phải nhỏ hơn chu kỳ vòng quét của chương trình điều khiển. Thực tế, thời gian cần thiết để truyền 512 bit dữ liệu đầu vào và 512 bit dữ liệu đầu ra với 32 trạm và với tốc độ truyền 12 Mbit/s nhỏ hơn 2 ms.

Mô hình *DP-Slave* hỗ trợ cấu trúc kiểu module của các thành viên. Mỗi module được xếp một số thứ tự khe cắm bắt đầu từ 1, riêng module có số thứ tự khe cắm số 0 phục vụ việc truy nhập toàn bộ dữ liệu của thiết bị. Toàn bộ dữ liệu vào/ra của các module được chuyển chung trong một khối dữ liệu sử dụng của trạm tớ. Giao tiếp dữ liệu được giám sát bởi cả hai bên trạm chủ và trạm tớ. Bên trạm tớ sử dụng cảnh giới (*watchdog*) để giám sát việc giao tiếp với trạm chủ và sẽ đặt đầu ra về

một giá trị an toàn, nếu nội trong một khoảng thời gian mà ta quy định không có dữ liệu từ trạm chủ đưa xuống.

*Đồng bộ hoá dữ liệu vào/ra*

Trong các giải pháp điều khiển sử dụng Bus trường, ta thấy rằng một trong những vấn đề cần phải giải quyết là việc đồng bộ hoá các đầu vào và đầu ra. Một thiết bị chủ có thể đồng bộ hoá việc đọc các đầu vào cũng như đặt các đầu ra qua các bức điện gửi đồng loạt. Một trạm chủ có thể gửi đồng loạt (*broadcast, multicast*) lệnh điều khiển để đặt chế độ đồng bộ cho một nhóm trạm tớ như sau:

• *Lệnh SYNC*: Đưa một nhóm trạm tớ về chế độ đồng bộ hóa đầu ra. Ở chế độ này, tất cả các trạm tớ trong nhóm được giữ nguyên ở trạng thái hiện tại cho tới khi nhận được lệnh SYNC tiếp theo. Trong thời gian đó, dữ liệu đầu ra được lưu trong vùng nhớ đệm và chỉ được đưa ra sau khi (đồng loạt) nhận được lệnh SYNC tiếp theo. Lệnh UNSYNC sẽ đưa các trạm tớ về chế độ bình thường (đưa đầu ra tức thì).

• *Lệnh FREEZE*: Đưa một nhóm các trạm tớ về chế độ đồng bộ hoá đầu vào. Ở chế độ này, tất cả các trạm tớ trong nhóm được chỉ định không được phép cập nhật vùng nhớ đệm dữ liệu đầu vào, cho tới khi (đồng loạt) nhận được lệnh FREEZE tiếp theo. Trong thời gian đó trạm chủ vẫn có thể đọc giá trị đầu vào (không thay đổi) từ vùng nhớ đệm của các trạm tớ. Lệnh UNFREEZE sẽ đưa các trạm tớ về chế độ bình thường (đọc đầu vào tức thì).

*Tham số hóa và chẩn đoán hệ thống*

Trong trường hợp có thông tin chẩn đoán, ví dụ báo cáo trạng thái vượt ngưỡng hay các báo động khác, một DP-Slave có thể thông báo cho trạm chủ của nó qua bức điện trả lời. Nhận được thông báo, trạm chủ sẽ có trách nhiệm tra hỏi trạm tớ liên quan về các chi tiết thông tin chẩn đoán.

Để thực hiện truyền nạp các bộ tham số hoặc đọc các tập dữ liệu tương đối lớn, PROFIBUS–DP cung cấp các dịch vụ không tuần hoàn là DDLM_Read và DDLM_Write. Trong mỗi chu kỳ Bus, trạm chủ chỉ cho phép thực hiện được một dịch vụ. Tốc độ trao đổi dữ liệu tuần hoàn vì thế không bị ảnh hưởng bao nhiêu. Dữ liệu không tuần hoàn được định địa chỉ qua số thứ tự của khe cắm và chỉ số của tập dữ liệu thuộc khe cắm đó. Mỗi khe cắm cho phép truy nhập tối đa là 256 tập dữ liệu.

Các hàm chẩn đoán của DP cho phép ta định vị lỗi một cách nhanh chóng. Các thông tin chuẩn đoán được truyền qua Bus và thu nhận tại trạm chủ. Các thông báo này được phân chia thành ba cấp như sau:

• *Chẩn đoán trạm*: Các thông báo liên quan tới trạng thái hoạt động chung của cả trạm, ví dụ tình trạng quá nhiệt hoặc sụt áp.

• *Chẩn đoán module*: Các thông báo này chỉ thị lỗi nằm ở một khoảng vào/ra nào đó của một module.

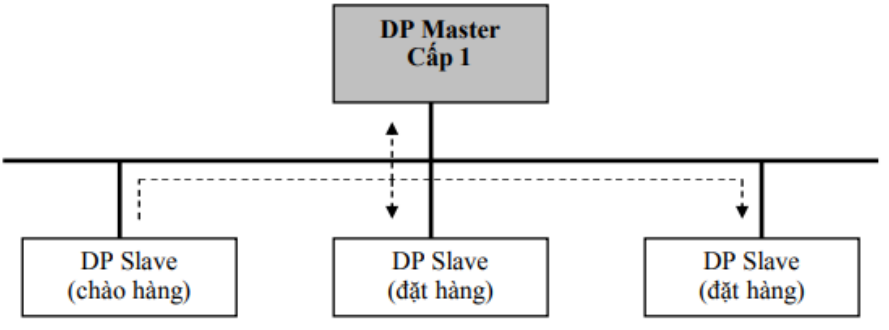
• *Chẩn đoán kênh*: Trường hợp này, nguyên nhân của lỗi nằm ở một bit vào/ra (một kênh vào/ra) riêng biệt.

Ngoài ra, phiên bản DP-V1 còn mở rộng thêm hai loại thông báo chuẩn đoán là:

- Thông báo cảnh báo/báo động liên quan tới các biến quá trình, trạng thái cập nhật dữ liệu và các sự kiện tháo/lắp module thiết bị.
- Thông báo trạng thái phục vụ mục đích bảo trì, phòng ngừa, đánh giá thống kê số liệu,...

*Giao tiếp trực tiếp giữa các slave (DXP)*

Trao đổi dữ liệu giữa các trạm tớ là một yêu cầu thiết thực đối với cấu trúc điều khiển phân tán thực sự sử dụng các thiết bị trường thông minh. Như ta đã biết, cơ chế giao tiếp chủ/tớ thuần túy làm giảm hiệu suất trao đổi dữ liệu cho trường hợp này. Chính vì thế, phiên bản DP-V2 đã bổ sung một cơ chế trao đổi dữ liệu trực tiếp theo kiểu ngang hàng giữa các trạm tớ.




**Hình 3.12** Giao tiếp trực tiếp giữa các trạm tớ

Theo như *Hình 3.12*, ta có thể thấy một trạm tớ (ví dụ là một cảm biến) có thể đóng vai trò là "nhà xuất bản" hay "nhà cung cấp" dữ liệu. Khối dữ liệu sẽ được gửi đồng loạt tới tất cả các trạm tớ (ví dụ một van

điều khiển, một biến tần) đã đăng ký với vai trò "người đặt hàng" mà không cần đi qua trạm chủ. Với cơ chế này, không những hiệu suất sử dụng đường truyền được nâng cao, mà tính năng đáp ứng của hệ thống còn được cải thiện rõ rệt. Điều này đặc biệt quan trọng đối với các ứng dụng đòi hỏi đáp ứng cao về thời gian thực hoặc đối với các ứng dụng sử dụng kỹ thuật truyền dẫn tốc độ thấp.

*Chế độ đẳng thời:*

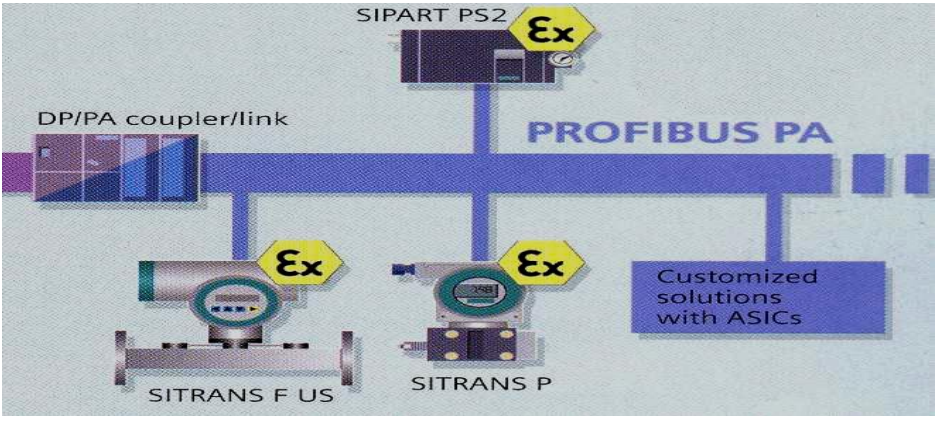
Đối với một số ứng dụng như điều khiển truyền động điện, điều khiển chuyển động, cơ chế giao tiếp theo kiểu hỏi tuần tự hoặc giao tiếp trực tiếp tớ-tớ chưa thể đáp ứng được đòi hỏi cao về tính năng thời gian thực. Vì vậy, phiên bản DP-V2 bổ sung chế độ đẳng thời, cho phép thực hiện giao tiếp theo cơ chế chủ-tớ kết hợp với TDMA.

Nhờ một thông báo điều khiển toàn cục gửi đồng loạt, toàn bộ các trạm trong mạng được đồng bộ hóa thời gian với độ chính xác tới µs. Việc giao tiếp được thực hiện theo một lịch trình đặt trước, không phụ thuộc vào tải tức thời trên Bus. Cơ chế này cho phép phối hợp hoạt động một cách chặt chẽ và nhịp nhàng giữa các trạm trên Bus.

Một ví dụ tiêu biểu là bài toán điều khiển chuyển động, trong đó trạm chủ đóng vai trò bộ điều khiển vị trí và một số trạm tớ là các biến tần với chức năng điều khiển tốc độ động cơ.

### *3.1.7 PROFIBUS-PA*

PROFIBUS-PA (*Process Automation*) là một thể loại Bus trường thích hợp cho các hệ thống điều khiển phân tán trong các ngành công nghiệp chế biến, đặc biệt là trong hóa chất và hóa dầu. Thực chất, PROFIBUS-PA là một sự mở rộng của PROFIBUS-DP về phương pháp truyền dẫn an toàn cháy nổ theo chuẩn IEC 61158-2 và một số quy định chuyên biệt (*profile*) về thông số và đặc tính cho các thiết bị trường. Các quy định chuyên biệt này tạo điều kiện cho khả năng tương tác và thay thế lẫn nhau giữa các thiết bị của nhiều nhà sản xuất khác nhau. Việc mô tả các chức năng và đặc tính hoạt động của các thiết bị dựa vào mô hình quen thuộc. Xét về mặt kỹ thuật, PROFIBUS-PA không những hoàn toàn có thể thay thế các phương pháp truyền tín hiệu với 4-20 mA hoặc HART, mà còn đem lại nhiều ưu thế của một hệ thống Bus trường. *Hình 3.13* mô tả một ví dụ của PROFIBUS-PA.



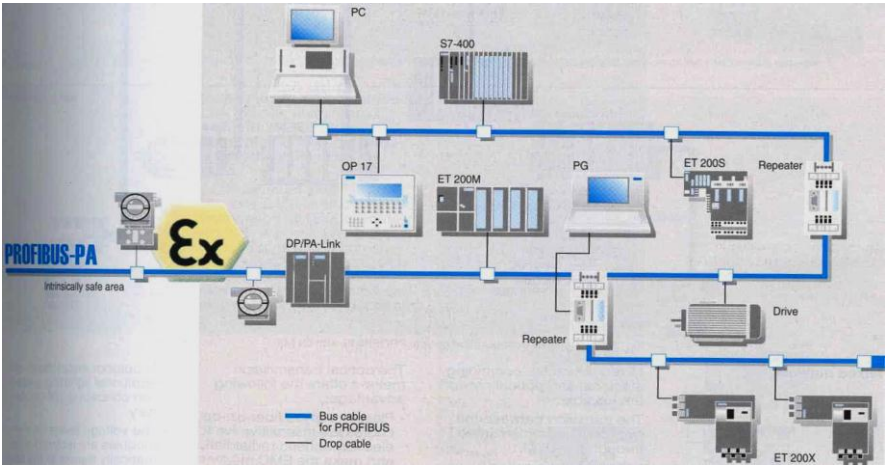

***Hình 3.13*** *Mạng PROFIBUS-PA*

Với khả năng đồng tải nguồn, PROFIBUS-PA cho phép nối mạng các thiết bị đo lường và điều khiển tự động trong các ứng dụng công nghiệp chế biến bằng một cáp đôi dây xoắn duy nhất, sử dụng tốc độ truyền cố định là 31,25 kbit/s. PROFIBUS-PA cũng cho phép thực hiện bảo trì, bảo dưỡng cũng như thay thế các trạm thiết bị trong khi vận hành. Đặc biệt, PROFIBUS-PA được phát triển để thích hợp sử dụng trong các khu vực nguy hại, dễ cháy nổ thuộc kiểu bảo vệ "an toàn riêng" EEx ia/ ib (*intrinsically safe*) hoặc "đóng kín" Eex d (*encapsulation*).

*a. Kiến trúc giao thức*

Xét theo mô hình đối chiếu OSI, PROFIBUS-PA giống hoàn toàn PROFIBUS-DP từ lớp liên kết dữ liệu (FDL) trở lên. Vì vậy việc ghép nối giữa hai hệ thống trên có thể thực hiện đơn giản qua một bộ cầu nối (*bridge*), như *Hình 3.14* dùng DP/PA-link là bộ nối do SIEMENS cung cấp chuẩn.

Các bộ DP/DA-Link hoặc DP/DA-Coupler thông dụng thực chất hoạt động trên nguyên tắc một cầu nối. Mỗi thiết bị trường PA cũng được coi như một DP-Slave. Các giá trị đo, giá trị điều khiển và trạng thái của các thiết bị trường PA trao đổi tuần hoàn với DP-Master (DPM 1) qua các hàm DP cơ sở. Mặt khác, các dữ liệu không tuần hoàn như tham số thiết bị, chế độ vận hành, thông tin bảo dưỡng và chẩn đoán được trao đổi với các công cụ phát triển (DPM 2) qua các hàm DP mở rộng. Bên cạnh các hàm DP chuẩn, PA còn bổ sung một hàm quản trị hệ thống có đồng bộ hóa thời gian.




***Hình 3.14*** *Cấu hình ghép nối PROFIBUS-DP/PROFIBUS-PA*

*b. PA-Profile*

*PA-Profile* hỗ trợ khả năng tương tác và thay thế lẫn nhau giữa các thiết bị của nhiều nhà sản xuất khác nhau. Các thiết bị trường PA được chia thành hai loại, dựa theo các *profile* như sau:

• *Profile class A:* Quy định đặc tính và chức năng cho các thiết bị đơn giản như các cảm biến nhiệt độ, áp suất, lưu lượng hoặc các cơ cấu truyền động.

• *Profile class B:* Quy định đặc tính và chức năng cho các thiết bị có chức năng phức hợp (Các thiết bị trường thông minh). Bên cạnh các chức năng của class A, các chức năng này còn bao hàm cả khả năng gán địa chỉ tự động, đồng bộ hóa thời gian, cơ sở dữ liệu phân tán, tự mô tả thiết bị qua ngôn ngữ DDL (*Device Description Language*) và lập lịch khối hàm.

*c. Các khối hàm PA*

PA-Profile sử dụng mô hình khối hàm để mô tả các chức năng và tham số thiết bị. Mỗi khối hàm đại diện cho một chức năng sử dụng, ví dụ vào hoặc ra tương tự. Các khối hàm có thể được liên kết logic với nhau qua các đầu vào và đầu ra, tạo ra một chương trình ứng dụng. Trên thực tế, một mối liên kết logic giữa hai khối hàm thuộc hai trạm thiết bị sẽ được thực hiện bằng một mối liên kết truyền thông của hệ thống Bus Bên cạnh các khối hàm đặc biệt cho từng ứng dụng, hai loại khối hàm đặc thù cho các thiết bị trường là:

• *Khối hàm vật lý* (*Physical block*) chứa các thông tin chung của một thiết bị như tên thiết bị, nhà sản xuất, chủng loại, mã số serie.

• *Khối hàm chuyển đổi* (*transducer block*) chứa các tham số cần thiết cho việc ghép nối một thiết bị trường với quá trình kỹ thuật.

Các khối hàm được các nhà sản xuất thực hiện và tích hợp trong các thiết bị trường. Với các công cụ phát triển ta có thể truy nhập các khối hàm, đặt tham số và liên kết chúng với nhau tạo nên các chương trình ứng dụng.

## 3.2 AS-INTERFACE

AS-Interface (*Actuator Sensor Interface*) là kết quả phát triển hợp tác của 11 hãng sản xuất các thiết bị cảm biến và cơ cấu chấp hành có tên tuổi trong công nghiệp, trong đó có SIEMENS AG. Như tên gọi của nó đã phần nào diễn tả, mục đích sử dụng duy nhất của AS-Interface là kết nối các thiết bị cảm biến và các cơ cấu chấp hành số với cấp điều khiển. Từ một thực tế là hơn 80 % cảm biến và cơ cấu chấp hành trong một hệ thống máy móc làm việc với các biến logic, cho nên việc nối mạng chúng trước hết phải đáp ứng được yêu cầu về giá thành thấp cũng như lắp đặt, vận hành và bảo dưỡng đơn giản. Vì thế, các tính năng kỹ thuật được đặt ra là:

• Khả năng đồng tải nguồn, tức dữ liệu và dòng nuôi cho toàn bộ các cảm biến và một phần lớn các cơ cấu chấp hành phải được truyền tải trên cùng một cáp hai dây.

• Phương pháp truyền phải thật bền vững trong môi trường công nghiệp nhưng không đòi hỏi cao về chất lượng đường truyền.

• Cho phép thực hiện cấu trúc mạng đường thẳng cũng như hình cây.

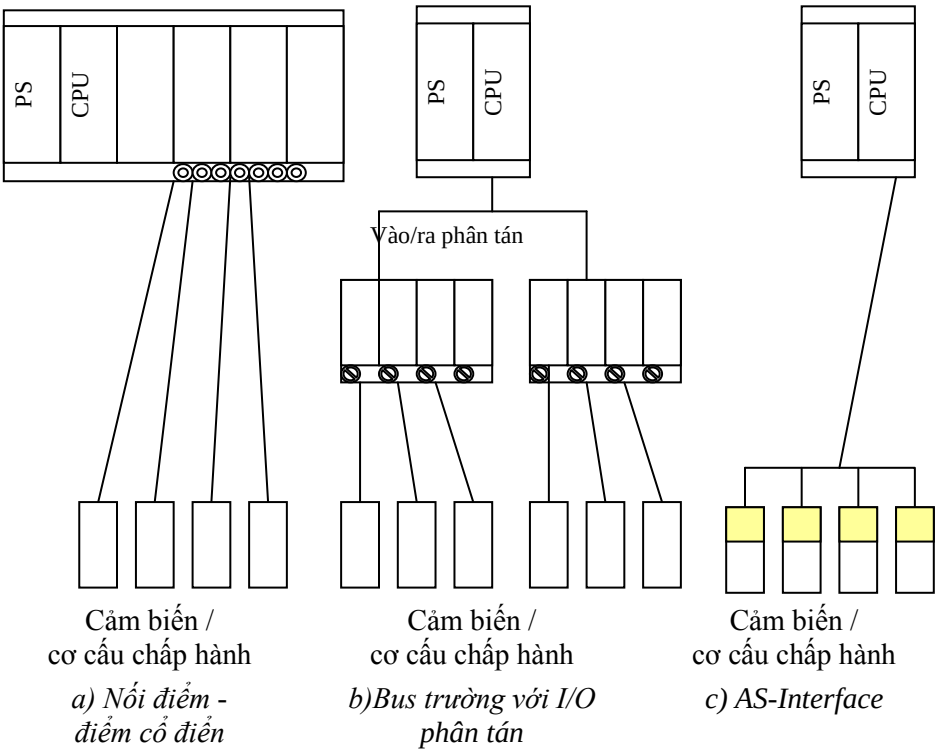
• Các thành phần giao diện mạng có thể thực hiện với giá cả rất thấp.

• Các bộ nối phải đủ nhỏ, gọn, đơn giản với giá thành hợp lý.

Như chúng ta thấy với các hệ thống Bus đã có, các yêu cầu trên chưa đáp ứng được một cách thỏa đáng. Đó chính là động lực cho việc hợp tác phát triển xây dựng hệ Bus mới - *AS-Interface*. Thế mạnh của AS-Interface mà tác giả quan tâm chính là sự đơn giản trong thiết kế, lắp đặt và bảo dưỡng với phương pháp truyền thông đặc biệt và kỹ thuật điện cơ mới đồng thời đáp ứng được yêu cầu về giá thành.

*Hình 3.15* minh họa mạng thiết bị cảm biến và cơ cấu chấp hành, đối chiếu AS-Interface với các phương pháp khác. Hình bên trái là cách nối dây điểm-điểm cổ điển, trong đó một bộ điều khiển khả trình như PLC đóng vai trò là nút trung tâm trong cấu trúc hình sao. Việc thay thế cách ghép nối cổ điển này bằng một hệ thống Bus để có thể thực hiện theo hai phương pháp sau:

- Sử dụng Bus trường nối PLC với các thiết bị vào/ra phân tán (*Hình 3.15b*).
- Sử dụng một hệ thống Bus như AS-Interface nối PLC trực tiếp với các cảm biến và cơ cấu chấp hành (*Hình 3.15c*).




***Hình 3.15*** *Ghép nối cảm biến và cơ cấu chấp hành số với AS-Interface*

### *3.2.1 Kiến trúc giao thức*

Kiến trúc giao thức của AS-Interface phản ánh đặc điểm của các hoạt động giao tiếp giữa một bộ điều khiển với các cảm biến và cơ cấu chấp hành số là hạn chế ở việc trao đổi dữ liệu thuần tuý và lượng dữ

liệu trao đổi rất nhỏ. Để nâng cao hiệu suất và đơn giản hoá việc thực hiện các vi mạch, toàn bộ việc xử lý giao thức được gói gọn chỉ trong lớp 1 (lớp vật lý) theo mô hình đối chiếu OSI.

Trong phạm vi lớp vật lý, AS-Interface đưa ra một phương pháp mã hoá bit hoàn toàn mới để thích hợp với đường truyền 2 dây đồng tải nguồn và không dựa vào chuẩn truyền dẫn RS-485 thông dụng như ở các hệ thống Bus khác. Ngoài ra, giao diện vật lý của các thành phần mạng sẽ được quy định rõ ở đây.

Chức năng điều khiển truy nhập Bus và bảo toàn dữ liệu cũng được thực hiện ở lớp 1. Cũng như một số hệ thống Bus cấp thấp khác, AS-Interface sử dụng phương pháp *Chủ/Tớ* thuần tuý để điều khiển truy nhập Bus. Trong khi đó, chức năng bảo toàn dữ liệu lại dựa vào phương pháp bit chẵn lẻ kết hợp với cách mã hoá bit.

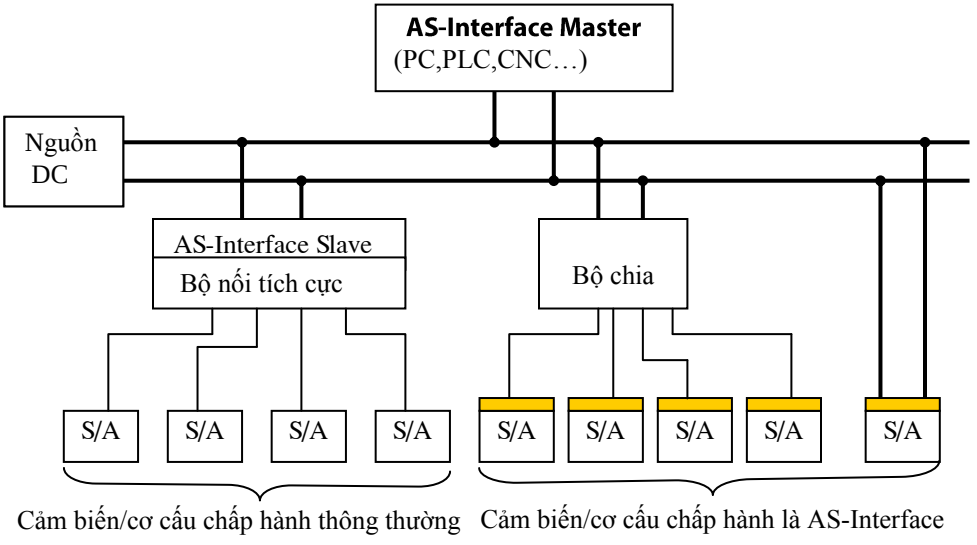
### *3.2.2 Cấu trúc mạng và cáp truyền*

Cấu trúc của một mạng AS-Interface chúng ta có thể lựa chọn tuỳ ý theo yêu cầu kỹ thuật cũngnhư đặc điểm vị trí và phạm vi đi dây, vì thế việc thiết kế cấu hình và thực hiện dự án trở nên dễ dàng. Ví dụ, ta có thể chọn cấu trúcđường thẳng (*Daisychain* hay *trunk-line/dropline*) hoặc cấu trúc cây như một mạng cung cấp điện bình thường. Các thành viên tham gia có thể được phân bố đều trên đường truyền, hoặc có thể sắp xếp theo nhóm và ghép nối qua đường trục hoặc đường nhánh. Không giống như các hệ thống khác có cấu trúc BUS, AS-Interface không yêu cầu sử dụng trở đầu cuối.

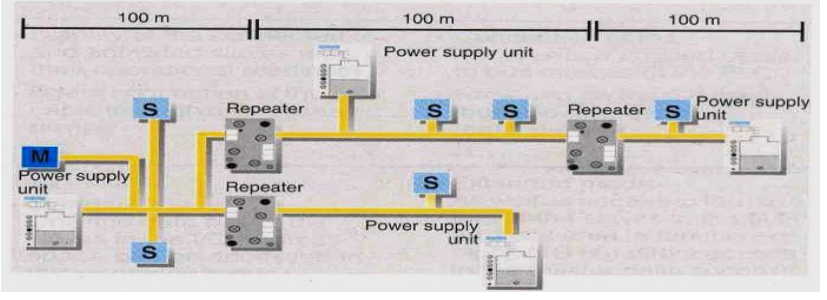
Trong một mạng AS-Interface có một trạm chủ duy nhất đóng vai tròkiểm soát, giám sát toàn bộ hoạt động giao tiếp trong mạng, như được minh hoạ trên *Hình 3.16.* Trạm chủ này có thể là một máy tính điều khiển như PLC, PC hay CNC hoặc có thể là một bộ nối Bus trường (*feldbus couler*). Trong trường hợp trạm chủ là một bộ nối Bus trường, nó chỉ có nhiệm vụ chuyển đổi giao thức giữa một đoạn Bus trường (ví dụ PROFIBUS-DP) với mạng AS-Interface. Các trạm tớ còn lại có thể là một module tích cực ghép nối tối đa 4 bộ cảm biến hoặc cơ cấu chấp hành thông thường, hoặc chính là một cảm biến/cơ cấu chấp hành có tích hợp giao diện AS-Interface (trạm tớ) được nối trực tiếp với đường truyền hay qua một bộ chia.

Chiều dài tổng cộng của cáp truyền cho phép tối đa là 100 m. Với các khoảng cách lớn hơn, ta cần sử dụng các bộ lặp (*repeater*) (*Hình 3.17*) hoặc bộ mở rộng (*Extender*) (*Hình 3.18*). Số trạm tớ tối đa trong một mạng là 31, tương ứng với tối đa 124 thiết bị (mỗi trạm ta ghép được tối đa 4 thiết bị).

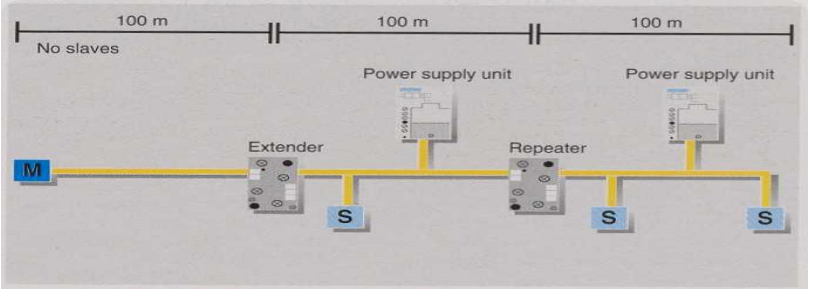
Có nghĩa là, thực hiện truyền hai chiều sẽ cho phép một trạm chủ quản lý tối đa 124 kênh vào số và 124 kênh ra số. Tốc độ truyền được quy định là 167 kbit/s, tương đương với thời gian bit là 6 μs.




***Hình 3.16*** *Nguyên tắc ghép nối thiết bị trong một hệ AS-Interface*

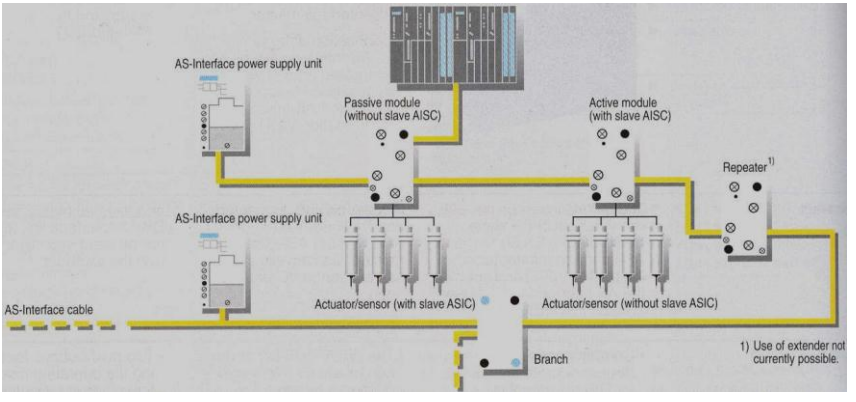



***Hình 3.17*** *Mạng AS-Interface dùng bộ lặp Repeater*




***Hình 3.18*** *Mạng AS-Interface dùng bộ mở rộng Extender*

SIEMENS cung cấp một loạt các trạm chủ cho mạng mở AS-Interface theo chuẩn EN 50 295 (*AS-Interface Master*) ta có thể kể ra ở đây như: Thiết bị chủ của SIMATIC S5 có *CP2433, CP2430*; Thiết bị chủ của SIMATIC S7 có *CP142-2, CP243-2, CP343-2, C7-621 ASi.*




***Hình 3.19*** *Ví dụ về AS-Interface*

Trên *Hình 3.19* là sơ đồ một cấu hình mạng AS-Interface tiêu biểu, trong đó ta sử dụng các sản phẩm của hãng SIEMENS kết nối mạng: Một bộ điều khiển khả trình S7-300 với module CP-343-2 đóng vai trò trạm chủ. Mỗi module tích cực chứa các vi mạch Slave-ASIC có thể ghép nối với 4 cảm biến/cơ cấu chấp hành thông thường. Ngược lại, một module thụ động chỉ có vai trò là một bộ chia kênh cho các thiết bị có tích hợp vi mạch giao diện mạng.

Về cáp truyền, AS-Interface quy định hai loại là cáp dẫn điện thông thường (Cáp tròn) và cáp AS-Interface đặc biệt (Cáp dẹt SIEMENS thường có: EPDM, TPE, PUR). Trong khi cáp tròn thông thường dễ kiếm và giá thành thấp, thì loại cáp dẹt lại có ưu điểm là dễ lắp đặt giúp chúng ta trong quá trình thi công. Đường kính lõi dây là 1,5 $mm^2$ để đáp ứng yêu cầu cung cấp dòng một chiều tối thiểu 2 A (24 V).

### *3.2.3 Cơ chế giao tiếp*

AS-Interface hoạt động theo cơ chế giao tiếp chủ-tớ. Trong một chu kỳ Bus, trạm chủ thực hiện trao đổi với mỗi trạm tớ một lần theo phương pháp hỏi tuần tự (*polling*). Trạm chủ gửi một bức điện có chiều dài 14 bit, trong đó có chứa 5 bit địa chỉ trạm tớ và 5 bit thông tin (dữ liệu đầu ra hoặc mã gọi hàm) chờ đợi trạm tớ trả lời nội trong một khoảng thời gian được định nghĩatrước. Bức điện trả lời của các trạm tớ có chiều dài 7 bit, trong đó có 4 bit thông tin (dữ liệu đầu vào hoặc kết

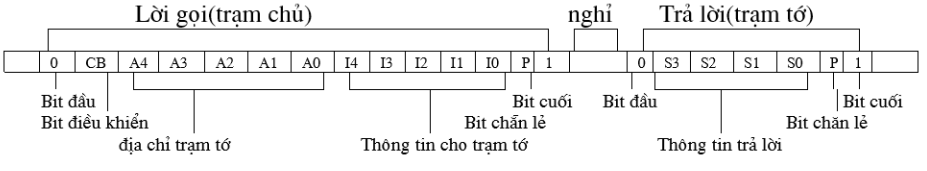
quả thực hiện hàm). Vì khoảng cách truyền dẫn tương đối nhỏ, trong khi tốc độ truyền cố định là 167 kbit/s nên thời gian một chu kỳ Bus phụ thuộc hoàn toàn vào số lượng trạm tớ ghép nối. Tuy tốc độ truyền không lớn, nhưng thời gian một chu kỳ Bus tối đa được đảm bảo không lớn hơn 5 ms (với 31 trạm tớ).

Như ta thấy, cơ chế giao tiếp chủ-tớ của AS-Interface một mặt cho phép thực hiện vi mạch ghép nối các trạm tớ rất đơn giản, dẫn đến giá thành thực hiện thấp, mặt khác tạo ra độ linh hoạt của hệ thống. Trong trường hợp xảy ra sự cố nhất thời trên Bus, trạm chủ có thể gửi lại riêng từng bức điện mà nó không nhận được trả lời, chứ không cần thiết phải chờ lặp lại cả một chu trình.

Bên cạnh các bức điện dữ liệu định kỳ, trạm chủ có thể gửi kèm các thông báo khác mà không gây ảnh hưởng đáng kể tới thời gian chu kỳ Bus. Trong tổng cộng 9 loại thông báo có hai loại phục vụ truyền dữ liệu và tham số, hai loại dùng để đặt địa chỉ, năm loại được sử dụng để nhận dạng và xác định trạng thái các trạm tớ.

### *3.2.4 Cấu trúc bức điện*

Các bức điện của AS-Interface được xây dựng trên nguyên tắc đơn giản, giảm thiểu các thông tin bổ trợ để tăng hiệu suất sử dụng đường truyền. Thực tế, tất cả các bức điện gửi từ trạm chủ (lời gọi) có chiều dài cố định là 14 bit và tất cả các bức điện đáp ứng từ các trạm tớ (trả lời) đều có chiều dài cố định là 7 bit. Cấu trúc của chúng được minh hoạ trên *Hình 3.20.*




***Hình 3.20*** *Cấu trúc bức điện AS-Interface*

Giữa lời gọi của trạm chủ và trả lời của trạm tớ cần một khoảng thời gian nghỉ dài từ 3-8 thời gian bit. Bit điều khiển trong phần đầu lời gọi của trạm chủ sẽ ký hiệu loại thông báo dữ liệu, tham số, địa chỉ hoặc lệnh gọi. AS-Interface phân biệt 9 loại lệnh gọi, như được minh hoạ trên *Hình 3.21.*

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Trao đổi dữ liệu | 0 | 0 | A4 | A3 | A2 | A1 | A0 | 0 | D3 | D2 | D1 | D0 | P | 1 |
| Đặt tham số | 0 | 0 | A4 | A3 | A2 | A1 | A0 | 0 | P3 | P2 | P1 | P0 | P | 1 |
| Đặt địa chỉ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | A4 | A3 | A2 | A1 | A0 | P | 1 |
| Reset trạm tớ | 0 | 1 | A4 | A3 | A2 | A1 | A0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | P | 1 |
| Xoá địa chỉ mặc định | 0 | 1 | A4 | A3 | A2 | A1 | A0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | P | 1 |
| Đọc cấu hình vào/ra | 0 | 1 | A4 | A3 | A2 | A1 | A0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | P | 1 |
| Đọc mã căn cước | 0 | 1 | A4 | A3 | A2 | A1 | A0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | P | 1 |
| Đọc trạng thái | 0 | 1 | A4 | A3 | A2 | A1 | A0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | P | 1 |
| Đọc và xoá trạng thái | 0 | 1 | A4 | A3 | A2 | A1 | A0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | P | 1 |

***Hình 3.21*** *Cấu trúc các lệnh gọi từ trạm chủ AS-Interface*

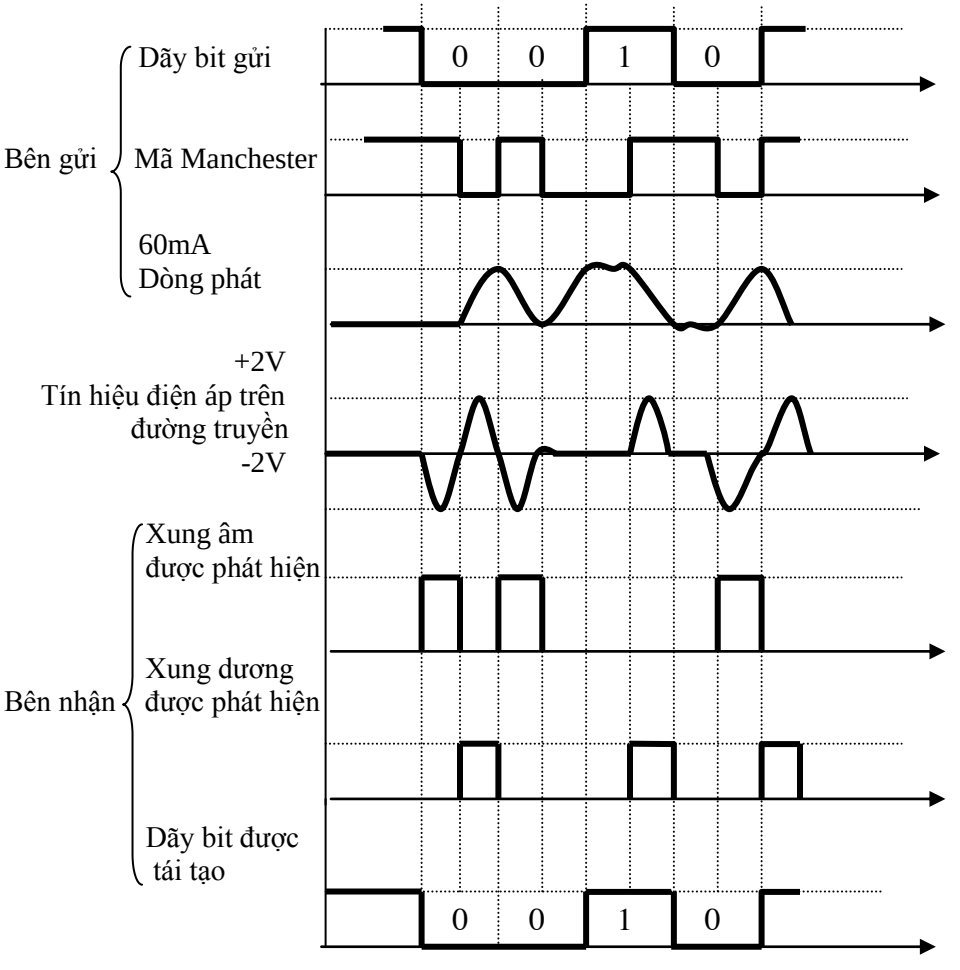
### *3.2.5 Mã hoá bit*

Trong việc lựa chọn một phương pháp mã hoá bit cần chú ý một số yếu tố liên quan tới lĩnh vực ứng dụng cụ thể như khả năng đồng tải nguồn, dải tần tín hiệu mang, thông tin đồng bộ nhịp và khả năng phối hợp kiểm lỗi. Trong khi cáp hai dây sử dụng cho AS-Interface có đặc tính suy giảm mạnh khi tần số tăng, cũng như độ bức xạ nhiễu trong môi trường công nghiệp cần phải giảm thiểu thì việc hạn chế dải tần của tín hiệu đóng vai trò đặc biệt quan trọng. Bên cạnh đó, do yêu cầu đơn giản và hiệu suất của các bức điện, nên khả năng tự đồng bộ nhịp và phối hợp phát hiện lỗi cũng cần được quan tâm.

Từ các lý do trên, một phương pháp mã hoá bit mới được đưa ra - phương pháp điều chế xung xoay chiều APM (*Alternate Pulse Modulation*). APM có thể xem như sự kết hợp giữa hai phương pháp: AFP (*Alternate Flanks Pulse*) và mã Manchester. *Hình 3.22* minh hoạ nguyên lý làm việc của phương pháp này.

Một dãy bit cần gửi trước hết được biến đổi sang mã Manchester, với mục đích tạo thông tin đồng bộ nhịp và trung hoà sự xuất hiện của các bit 1 và 0. Dòng điện tương ứng từ bộ phát nhờ tác dụng của các cuộn cảm trong mạch cách ly dữ liệu sẽ tạo ra mức tín hiệu điện áp như mong muốn trên đường truyền. Mỗi sườn lên của dòng tạo một xung điện áp âm và ngược lại, mỗi sườn xuống của dòng tạo một xung điện áp dương trên đường truyền. Về phía bên nhận, các xung âm và dương của tín hiệu điện áp sẽ được phát hiện. Dựa vào khoảng cách xuất hiện các

xung, bộ thu có thể phân biệt các bit 1 hoặc 0 và cũngnhư tái tạo lại dãy bit nguồn.




***Hình 3.22*** *Mã hoá đường truyền AS-Interface bằng phương pháp APM*

Do các xung điện áp được tạo ra có dạng gần giống xung hình sin, có nghĩa là dải tần của tín hiệu rất hẹp và tần số của tín hiệu tương đương với tần số nhịp Bus, tác động bức xạ nhiễu ra bên ngoài được giảm thiểu. Bên cạnh đó, mẫu diễn biến đặc biệt của tín hiệu trên đường truyền một mặt giúp bên nhận có thể tái tạo nhịp và mặt khác có thể phát hiện lỗi trong một số trường hợp nhất định. Hơn thế nữa, sự thay đổi tuần tự giữa các xung âm và dương sẽ làm triệt tiêu dòng một chiều

ngoài ý muốn, phương pháp này phối hợp được các ưu điểm của mã Manchester và AFP, thoả mãn các yêu cầu như đã trình bày ở đây.

### *3.2.6 Bảo toàn dữ liệu*

Rõ ràng, AS-Interface sử dụng các bức điện rất ngắn và yêu cầu hiệu suất sử dụng các bức điện rất cao, vì vậy sẽ không thực hiện chức năng bảo toàn dữ liệu ở lớp 2 như đa số các hệ thống Bus khác. Thay vào đó, lớp 1 chịu trách nhiệm hoàn toàn trong việc kiểm tra lỗi, dựa vào bit chẵn/lẻ kết hợp với phương pháp mã hoá bit hợp lý. Trước hết, trong một chu kỳ bit (6 μs) tín hiệu đường truyền được bộ thu lấy mẫu 16 lần. Theo phương pháp điều chế APM ta đã mô tả ở phần trên, trong mỗi chu kỳ bit phải có một hoặc hai xung và các xung kế tiếp phải đảo chiều. Chỉ các tín hiệu có dạng này mới được công nhận và giải mã trở lại, ngược lại sẽ được coi là nhiễu và bị loại bỏ. Tiếp theo, mỗi bức điện đều có một chiều dài cố định, có bit đầu, có bit cuối và được ngăn cách bằng một thời gian nghỉ, vì vậy một số sai lệch nhất định trong tín hiệu cũng sẽ được phát hiện. Cuối cùng, nội dung thông tin sử dụng trong mỗi bức điện (chủ hoặc tớ) được kiểm tra bằng một bit chẵn/lẻ.

Ta biết rằng, mặc dù theo lý thuyết thì khoảng cách Hamming của phương pháp bit chẵn/lẻ chỉ là 2, nhưng tỉ lệ lỗi còn lại (xác suất một bức điện bị lỗi không phát hiện được) được đánh giá rất thấp. Ví dụ, ngay cả khi tỉ lệ bit lỗi là 0,0012 (tức khoảng 200 lỗi/s) thì khoảng cách trung bình giữa hai lần lỗi của các bức điện trạm chủ sẽ lớn hơn 10 năm.

Mỗi bức điện bị lỗi sẽ bị gửi lại. Vì lí do các bức điện ngắn nên việc gửi lại các bức điện lỗi chỉ gây ảnh hưởng đáng kể tới chu kỳ Bus khi tỉ lệ bit lỗi rất lớn. Ví dụ với 31 trạm tớ, trong trường hợp truyền không có lỗi thì trong một chu kỳ Bus có 33 bức điện kể cả hai bức điện thông báo tham số được trao đổi. Thời gian chu kỳ Bus sẽ là:

$$33 \text{ X } 25 \text{ bit X } 6 \text{ μs/bit} = 4{,}95 \text{ ms}$$

Nếu xuất hiện trung bình một bức điện bị lỗi và phải gửi lại trong một chu kỳ, có nghĩa là vào khoảng 200 lỗi trong một giây, thì chu kỳ Bus sẽ bị kéo dài:

$$34 \text{ X } 25 \text{ bit X } 6 \text{ μs/bit} = 5{,}1 \text{ ms}$$

Trong trường hợp có mười bức điện bị lỗi phải gửi lại trong một chu kỳ, thời gian chu kỳ Bus sẽ là:

$$43 \text{ X } 25 \text{ bit X } 6 \text{ μs/bit} = 6{,}45 \text{ ms}$$

## 3.3 Mạng Ethernet công nghiệp

Mạng Ethernet công nghiệp (*Industrial Ethernet, IE*) là một mạng có chức năng chính phục vụ cấp quản lý và cấp điều khiển giám sát để thực hiện truyền thông giữa máy tính và các hệ thống tự động hóa. Nó thực hiện cho việc trao đổi một dung lượng lớn thông tin và có thể truyền thông trong một khoảng cách lớn. Về phương diện vật lý mạng Ethernet công nghiệp như là một mạng điện. Các cáp dùng trong mạng có thể là cáp đồng trục có tráng cách điện có bọc có thể là cáp quang.

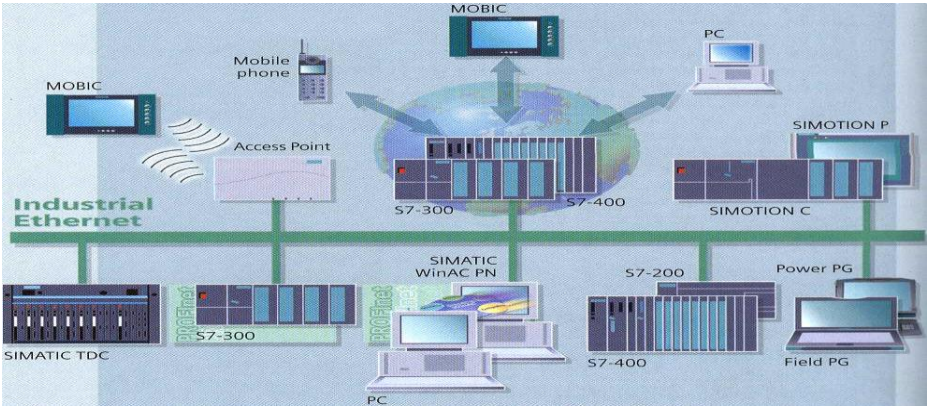
Mạng Ethernet công nghiệp có những tính chất đặc trưng sau đây:

1. Mạng Ethernet công nghiệp sử dụng thủ tục truyền thông ISO và TCP/IP.

2. Theo phương pháp thâm nhập đường dẫn đã chọn thì các thành viên trong mạng Ethernet công nghiệp đều bình đẳng với nhau.

3. Theo chuẩn truyền thông ISO và ISO on TCP thì các trạm lạ cũng có khả năng tích hợp vào mạng. Hay nói một cách khác, Ethernet công nghiệp là một hệ thống truyền thông mở.

*Hình 3.23* là một ví dụ mà tác giả chọn về mạng Ethernet công nghiệp trong đó tích hợp các thiết bị do SIEMENS sản xuất.




***Hình 3.23*** *Mạng Ethernet công nghiệp*

Ethernet công nghiệp được xây dựng theo chuẩn IEEE 802.3 và được bổ sung các đặc tính phù hợp với môi trường công nghiệp. Các thông số kỹ thuật mà mạng Ethernet công nghiệp tích hợp trong nó được tác giả tổng hợp trong *Bảng 3.5*.

***Bảng 3.5*** *Thông số kỹ thuật Ethernet công nghiệp*

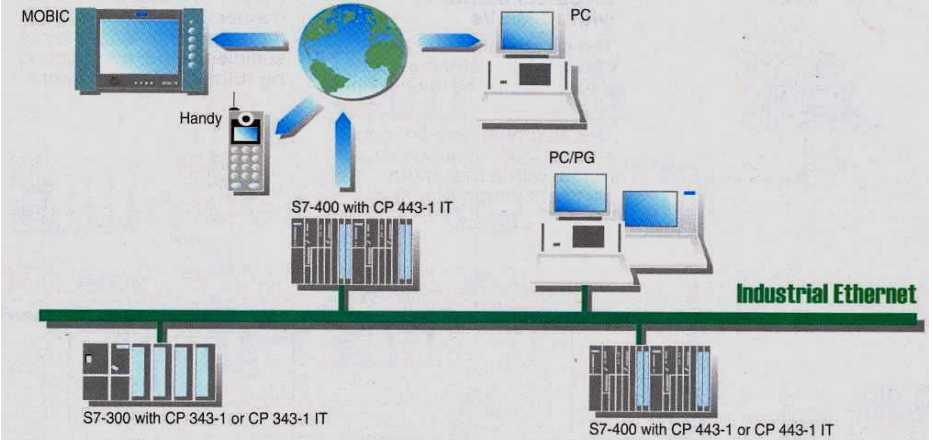
| **Đặc tính truyền thông** | **IEEE 802.3** | |
|---|---|---|
| Số lượng trạm | 1000 | |
| Phương pháp thâm nhập đường truyền | CSMA/CD | |
| Tốc độ truyền | 10 Mbit/s | |
| Môi trường truyền thông | Dây dẫn | Cáp đồng trục có tráng và bọc |
| | Cáp quang | Cáp thuỷ tinh hoặc nhựa |
| (Độ dài tối đa) | Dây dẫn | Max 1,5 km |
| | Cáp quang | Max 4,5 km |
| Topology | Đường thẳng<br>Cây<br>Hình sao<br>Vòng tròn | |
| Dịch vụ truyền thông | S7-*function*<br>*ISO-transport*<br>*ISO-on-TCP* | |

Tuỳ theo yêu cầu cụ thể trong dây chuyền công nghiệp để phù hợp với công nghệ sản xuất, trong thiết kế mạng Ethernet công nghiệp ta có thể lựa chọn các cấu hình thích ứng. SIEMENS cung cấp các sản phẩm có thể sử dụng tích hợp trong Ethernet công nghiệp, chúng ta có thể liệt kê một số như trong *Bảng 3.6*.

***Bảng 3.6*** *Các sản phẩm SIMATIC dùng trong Ethernet công nghiệp*

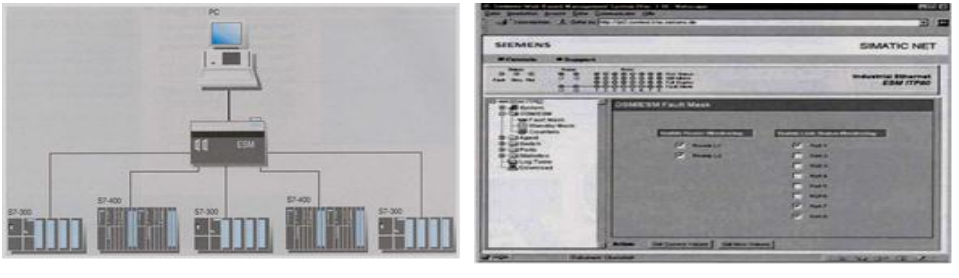
| **Hệ thống** | **Loại CP** | | **Dịch vụ truyền thông** |
|---|---|---|---|
| SIMATIC S5 | CP 1430 TF<br>CP 1430 TCP | | ISO-Transport<br>ISO-on-TCP |
| SIMATIC S7/C7 | CP 343-1<br>CP 343-1 IT<br>CP 343-1 PN | CP 443-1<br>CP 443-1 IT<br>CP 444-1 MAP | S7-function,ISO-Transport<br>S7-function, ISO-on-TCP<br>S7-function |
| SIMATIC 505 | CP1434 TF<br>CP 2572 TCP/IP | | ISO-Transport<br>ISO-on-TCP |
| PG/PC | CP1613<br>CP1612<br>CP1512 | | S7-function, ISO-on-TCP<br>S7-function, ISO-on-TCP<br>S7-function, ISO-on-TCP |

Một trong các cấu trúc thường gặp trong mạng truyền thông công nghiệp là sử dụng công nghệ TCP/IP, nó cho phép chúng ta mở rộng phạm vi trao đổi dữ liệu của Ethernet công nghiệp và *Hình 3.24* là một ví dụ điển hình.




***Hình 3.24*** *Truyền thông S7 với TCP/IP của Ethernet công nghiệp*

Ta thấy rằng, trong xây dựng mạng Ethernet công nghiệp thì yếu tố chọn lựa giải pháp truyền dẫn đóng vai trò quyết định cấu hình thiết bị kết nối mạng. SIEMENS cung cấp các bộ kết nối đặc chủng như ESM (*Electrical Switch Module*), OSM (*Optical Switch Module*), ELM (*Electrical Link Module*), OLM (*Otical Link Module*) để kết nối các thiết bị vào mạng dùng cáp ITP (*Industrial Twisted Pair cable*) hay cáp quang FOC (*glass fiber-optic cable*). *Hình 3.25* là một ví dụ về ESM trong đó ta có thể thiết lập cấu hình phù hợp tương đối dễ dàng thông qua giao diện, hộp thoại được tích hợp sẵn đi kèm theo thiết bị.




***Hình3.25*** *Sử dụng ESM và lựa chọn cấu hình mạng*

# Chương 4
# XÂY DỰNG GIAO DIỆN MẠNG

## 4.1 Xây dựng phần cứng giao diện mạng

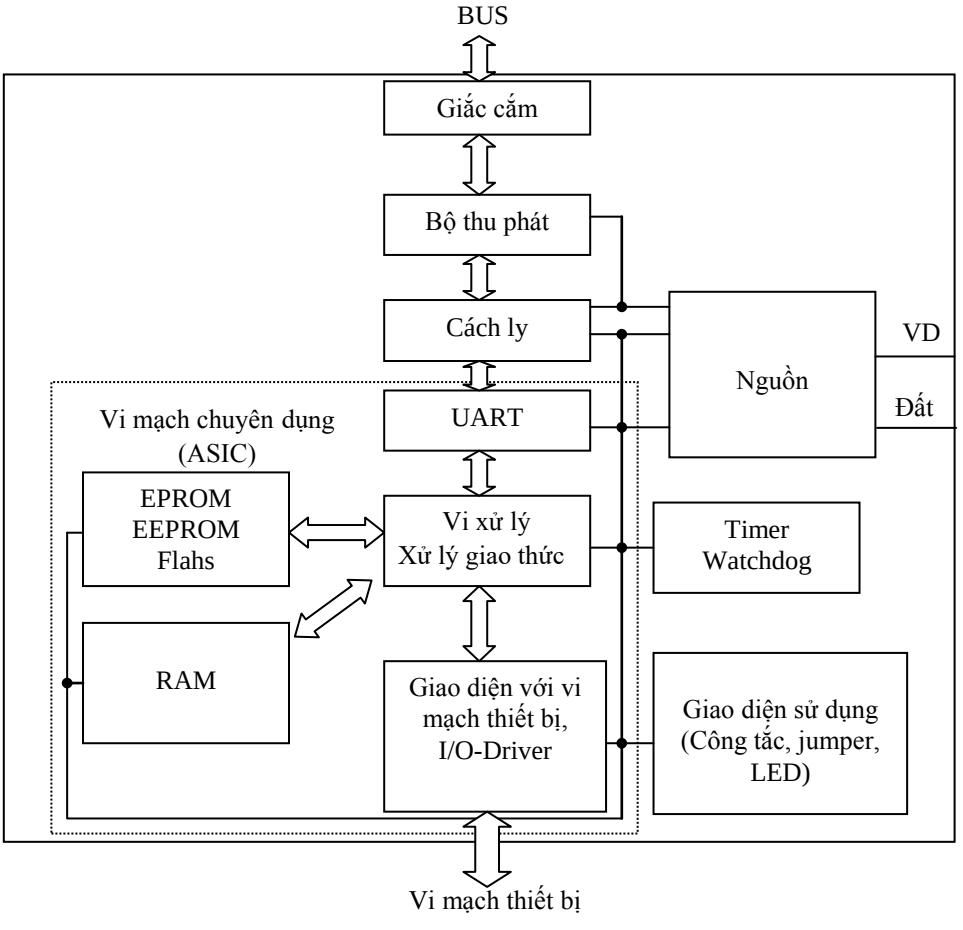
### *4.1.1 Cấu trúc chung các phần cứng giao diện mạng*

Thực chất, một giao diện mạng bao gồm các thành phần xử lý giao thức truyền thông (phần cứng và phần mềm) và các thành phần thích ứng cho thiết bị được nối mạng. *Hình 4.1* mô tả một cấu trúc tiêu biểu phần cứng ghép nối Bus trường cho các thiết bị, sử dụng chủ yếu các vi mạch tích hợp cao. Phần cứng này có thể thực hiện dưới dạng một bảng mạch riêng để có thể ghép bổ sung hoặc tích hợp sẵn trong bảng mạch của thiết bị.

Chức năng xử lý giao thức truyền thông có thể được thực hiện bằng một bộ vi xử lý thông dụng kết hợp với vi mạch thu phát không đồng bộ đa năng UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*). Vi mạch UART thực hiện việc chuyển đổi các dữ liệu song song từ vi xử lý sang một dãy bit nối tiếp. Phần mềm xử lý giao thức được lưu trữ trong bộ nhớ EPROM/EEPROM hoặc Flash-ROM. Phương pháp này có nhược điểm là thời gian xử lý truyền thông rất khó xác định và kiểm nghiệm một cách chính xác. Bên cạnh đó chi phí cho thiết kế, thử nghiệm và hợp chuẩn phần mềm xử lý giao thức cho một loại vi xử lý cụ thể có thể rất lớn.

Như ta đã thấy, để khắc phục các vấn đề trên đây, nhiều công ty cho sản xuất hàng loạt các vi mạch chuyên dụng cho một loại Bus, được gọi là ASIC (*Application Specific Integrated Circuit*), đa dạng về chất lượng, hiệu năng và giá thành. Một số ASIC thậm chí còn được tích hợp sẵn một số phần mềm ứng dụng như các thuật toán điều khiển, chức năng tiền xử lý tín hiệu và chức năng tự chẩn đoán. Nhờ đó, việc phân tán các chức năng tự động hóa xuống các thiết bị trường được nối mạng không những giảm tải cho máy tính điều khiển cấp trên, mà còn cải thiện tính năng thời gian thực của hệ thống.

Tuy nhiên, thông thường các bảng mạch điện tử "cứng" không đảm nhiệm toàn bộ chức năng xử lý giao thức truyền thông, mà chỉ thực hiện dịch vụ thuộc các lớp dưới trong mô hình đối chiếu OSI, còn các phần trên thuộc trách nhiệm của phần mềm thư viện ứng dụng. Trong một số hệ thống Bus hoặc trong một số sản phẩm, nhà sản xuất tạo điều kiện cho người sử dụng tự lựa chọn một trong nhiều khả năng.




***Hình 4.1** Cấu trúc tiêu biểu mạch giao diện BUS*

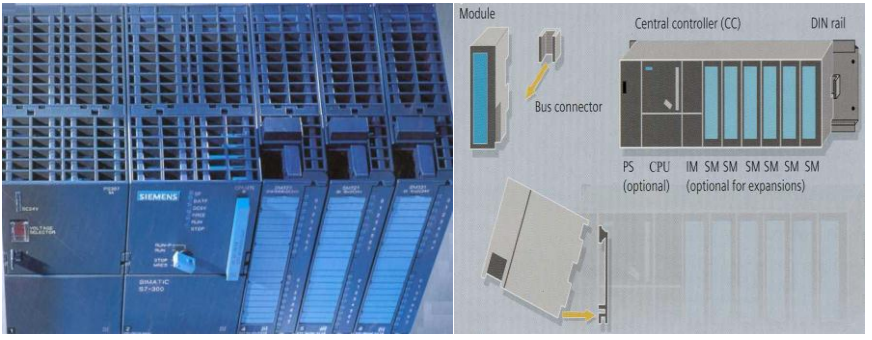
Hầu hết các mạch giao diện Bus đều thực hiện cách ly với đường truyền để tránh gây ảnh hưởng lẫn nhau. Ngoài ra, cần một bộ cung cấp nguồn nuôi trong trường hợp đường truyền tín hiệu không đồng tải nguồn. Đa số các thành phần ghép nối cũng cho phép thay đổi chế độ làm việc hoặc tham số qua các công tắc, jumper và hiển thị trạng thái qua các đèn LED.

### *4.1.2 Ghép nối PLC*

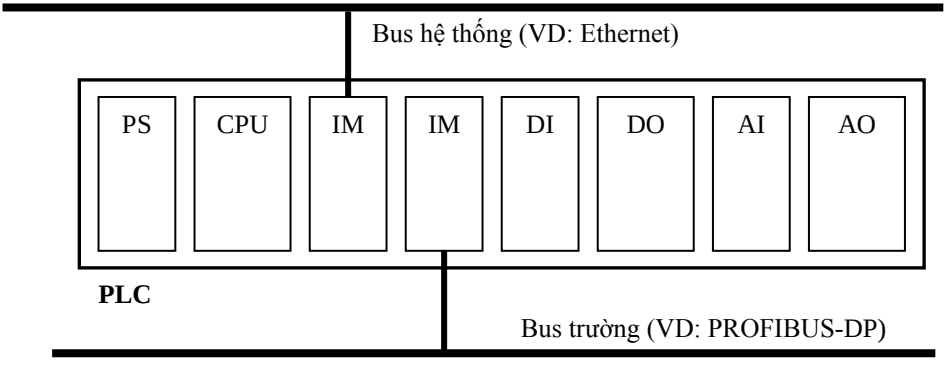
Để ghép nối PLC trong một hệ thống mạng, ví dụ Bus trường hoặc Bus hệ thống, chúng ta có thể sử dụng các module truyền thông riêng biệt hoặc trực tiếp các CPU có tích hợp giao diện mạng.

*Module giao diện mạng*

Đối với các PLC có cấu trúc kiểu linh hoạt, ta nhận thấy mỗi thành phần hệ thống như bộ cung cấp nguồn (PC), bộ xử lý trung tâm (CPU) và các bộ vào/ra (I/O) đều được thực hiện bởi một module riêng biệt, mỗi module chiếm một khe cắm (*slot*) trên giá đỡ. Việc giao tiếp giữa CPU và các module khác được thực hiện thông qua một Bus nội bộ đặt trên giá đỡ (*Backplane BUS*), theo chế độ truyền dữ liệu song song. Khi đó, phương pháp được dùng rộng rãi nhất để nối mạng là bổ sung thêm một module giao diện (*Interface module, IM*) riêng biệt, tương tự như việc ghép nối các module vào/ra *(Hình 4.2* minh hoạ cấu trúc của S7-300). Các module giao diện mạng nhiều khi cũng được gọi là bộ xử lý truyền thông (*Communication Processor, PC*), module giao diện truyền thông (*Communication Interface Module, CIM*) hoặc ngắn gọn hơn nữa là module truyền thông (*Communication module, CM*). Trong hầu hết các trường hợp, các module giao diện này cũng phải do chính nhà sản xuất PLC cung cấp.



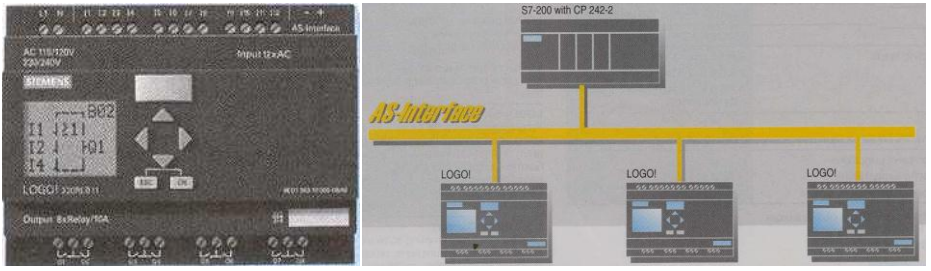

***Hình 4.2*** *Cấu trúc của PLC S7-300*




***Hình 4.3*** *Giao diện Bus cho PLC với module truyền thông*

*Hình 4.3* mô tả phương pháp sử dụng hai module giao diện riêng biệt mà tác giả chọn dùng để ghép nối một PLC với hai cấp mạng khác nhau. Bus trường (ví dụ PROFIBUS-DP) ghép nối PLC với các thiết bị vào/ra phân tán và các thiết bị trường khác. Bus hệ thống (ví dụ Ethernet) ghép nối các PLC với nhau và với các máy tính điều khiển giám sát và vận hành. Lưu ý rằng, ở đây mỗi module giao diện chính là một trạm và có một địa chỉ riêng trong mạng mà ta cần gán cho nó.

Tuỳ theo thiết kế của các sản phẩm khác nhau cũng như tuỳ theo loại mạng cụ thể mà trên các module giao diện có hiển thị trạng thái, các công tắc đặt tham số, các cổng nối cáp truyền,… *Hình 4.4* ta chọn ví dụ dùng LOGO trong AS-Interface.



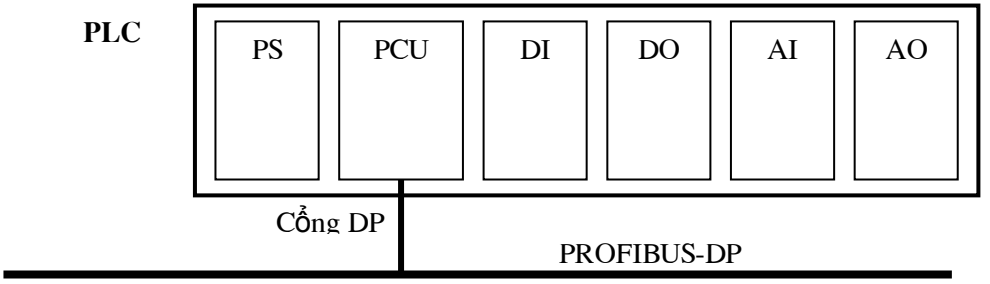

***Hình 4.4*** *Module giao diện LOGO và sử dụng trong AS-Interface*

*CPU tích hợp giao diện mạng*

Bên cạnh phương pháp thực hiện thành phần giao diện mạng của một thiết bị dưới dạng một module tách rời, có một bộ vi xử lý riêng như giới thiệu trên đây thì một giải pháp kinh tế cho các thiết bị điều khiển khả trình mà chúng ta cần quan tâm là lợi dụng chính CPU cho việc xử lý truyền thông. Các vi mạch giao diện mạng cũng như phần mềm xử lý giao thức được tích hợp sẵn trong CPU. Phương pháp này thích hợp cho cả các PLC có cấu trúc module và cấu trúc gọn nhẹ. *Hình 4.5* minh hoạ việc ghép nối Bus trường cho PLC bằng giải pháp sử dụng một loại CPU thích hợp, tác giả chọn ví dụ CPU của PLC có sẵn một cổng nối PROFIBUS-DP.

Đương nhiên, ta có thể kết hợp với giải pháp sử dụng một module giao diện riêng biệt để xây dựng một hệ thống mạng phân cấp. Cần nói thêm rằng, các CPU có khả năng xử lý truyền thông không cung cấp toàn bộ các dịch vụ của mạng, mà chỉ thực hiện một số chức năng cơ bản như đặt chế độ làm việc, trao đổi dữ liệu thuần túy và chẩn đoán lỗi. Tuy nhiên, các hoạt động giao tiếp trực tiếp giữa CPU và các trạm khác trong mạng đòi hỏi các nhà thiết kế PLC phải tổ chức cách thực hiện vòng quét

như thế nào cho thích hợp với phương thức giao tiếp, nếu không hiệu suất trao đổi dữ liệu sẽ rất thấp. Đây cũng là một khía cạnh đáng chú ý cho nhà tích hợp hệ thống khi thiết kế và lựa chọn mạng truyền thông.




***Hình 4.5*** *Sử dụng CPU tích hợp giao diện PROFIBUS-DP*

### *4.1.3 Ghép nối PC*

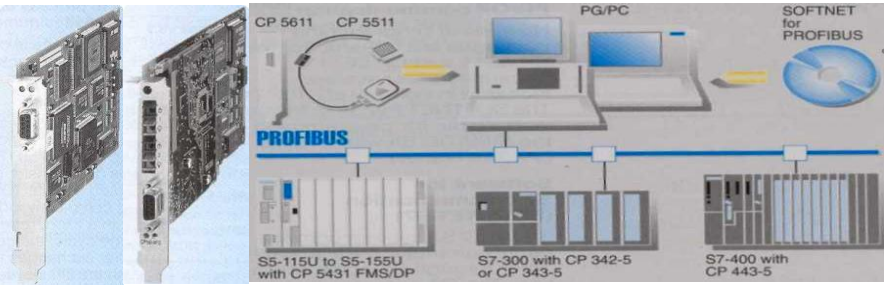
Các mạch giao diện mạng cho máy tính cá nhân cũng có cấu trúc tương tự như cho PLC. Tuy nhiên, vì tính chất đa năng của bộ xử lý trung tâm cũng như các bảng mạch chính (*main-board*), phương án thứ hai cho PLC (CPU tích hợp khả năng truyền thông) không thể thực hiện được ở đây. Các module giao diện mạng cho PC thường được thực hiện dưới một trong các dạng sau:

- Card giao diện mạng cho các khe cắm ISA, PCI, Compact-PCI.
- Bộ thích ứng mạng qua cổng nối tiếp hoặc song song.
- Card PCMCIA.

Ngoài ra, sử dụng Modem (trong hoặc ngoài) cũng là một phương pháp thông dụng để ta có thể truy nhập mạng qua PC và một đường điện thoại sẵn có.

*Card giao diện mạng*

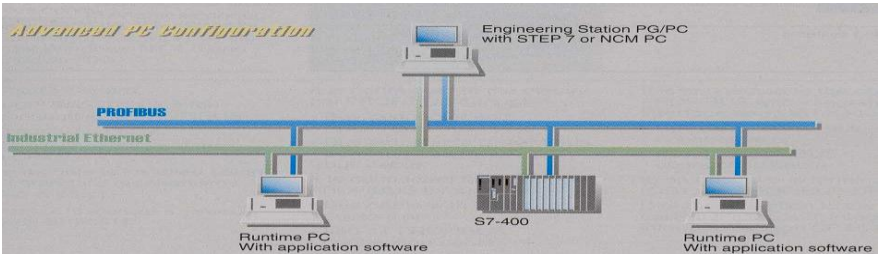
Ta thấy rằng, tương tự như các PLC, CPU của một máy tính cá nhân sử dụng hệ thống Bus nội bộ (Bus song song) để giao tiếp với các module vào/ra cho các thiết bị ngoại vi như máy in, bàn phím, màn hình,… Bên cạnh một số module được tích hợp sẵn trên bảng mạch chính, các máy tính cá nhân còn một số khe cắm cho các module vào/ra khác và hỗ trợ việc mở rộng hệ thống. Một card giao diện mạng cho PC được lắp vào một khe cắm, thông thường theo chuẩn ISA, PCI hoặc Compact-PCI. Trên *Hình 4.6* là một số sản phẩm của SIEMENS tác giả dùng để ghép nối máy tính cá nhân PC với PROFIBUS-FMS hoặc PROFIBUS-DP.




***Hình 4.6*** *Các card giao diện PROFIBUS và ví dụ ghép nối*

Trên một card giao diện cho PC thường có một bộ vi xử lý đảm nhiệm chức năng xử lý giao thức. Tuy nhiên, tuỳ theo từng trường hợp mà toàn bộ hay chỉ một phần chức năng thuộc lớp ứng dụng được bộ vi xử lý của card thực hiện, phần còn lại sẽ thuộc trách nhiệm của chương trình ứng dụng thông qua CPU của máy tính.

Rõ ràng việc sử dụng card giao diện, một máy tính cá nhân (công nghiệp) đặt tại trung tâm có thể đồng thời thực hiện nhiệm vụ điều khiển cơ sở thay cho một PLC và đảm nhiệm chức năng hiển thị quá trình,điều khiển giám sát từ xa qua hệ thống Bus trường. Thế mạnh của giải pháp "PC-based control" này chính là giá thành thấp và tính năng mở của hệ thống. Một vấn đề cố hữu của máy tính cá nhân là độ tin cậy thấp trong môi trường công nghiệp một phần được khắc phục bởi vị trí đặt đủ xa quá trình kỹ thuật. Hơn thế nữa, tác giả cho rằng việc thiết kế một cấu hình dự phòng nóng có thể nâng cao độ tin cậy của giải pháp, trong đó có ít nhất hai PC thường xuyên trao đổi dữ liệu và giám sát lẫn nhau qua mạng truyền thông như Ethernet công nghiệp chẳng hạn. Để thực hiện bài toán này ta sử dụng công nghệ mô hình đối tượng thành phần (COM) cũng như mô hình đối tượng thành phần phân tán (DCOM) tạo chương trình thực hiện. Hình 4.7 mô tả khái quát cấu trúc này.

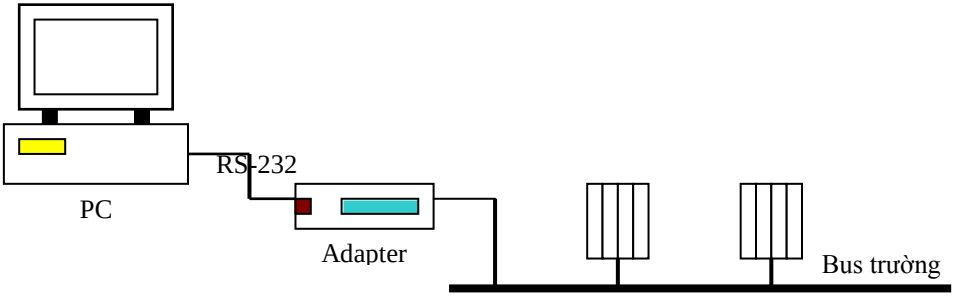



***Hình 4.7*** *Mô hình dự phòng nóng trong mạng PROFIBUS*

*Bộ thích ứng mạng qua cổng nối tiếp/song song*

Trong các cấu hình ứng dụng đơn giản, có thể dùng các bộ thích ứng mạng (*adapter*) nối qua các cổng của máy tính như:

- Các cổng nối tiếp theo chuẩn RS-232 (COM1, COM2)
- Cổng nối tiếp theo chuẩn USB (*Universal Serial Bus*)
- Các cổng song song (LPT1, LPT2)




***Hình 4.8*** *Ghép nối PC với BUS trường qua cổng RS-232*

Như được minh hoạ trên *Hình 4.8*, một bộ thích ứng mạng có vai trò như một trạm trong mạng, thực hiện theo chuẩn của mạng, đồng thời đảm nhiệm việc xử lý giao thức truyền thông. Ta nhận thấy giải pháp sử dụng bộ thích ứng mạng có ưu điểm là đơn giản và linh hoạt. Tuy nhiên, tác giả cho rằng, tốc độ truyền sẽ bị hạn chế bởi khả năng cố hữu của các cổng máy tính. Trong mô hình tổng thể việc nối PC vào hệ thống PROFIBUS-DP ta chọn bộ nối DP/RS 232C của hãng SIEMENS.

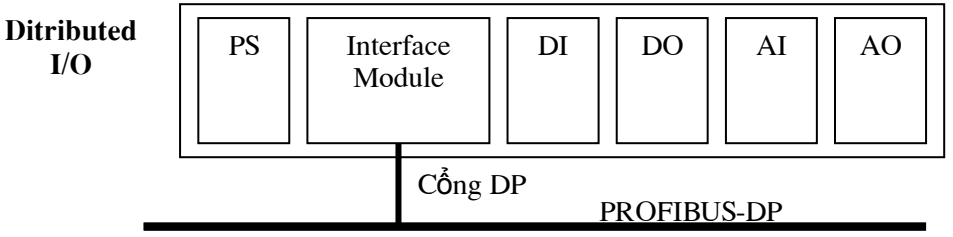
*Card PCMCIA*

Đối với các loại máy tính xách tay không có khả năng mở rộng qua các khe cắm, bên cạnh phương pháp sử dụng bộ thích ứng mạng, ta có thể ghép nối qua khe PCMCIA với kích cỡ của card bằng thẻ điện thoại.

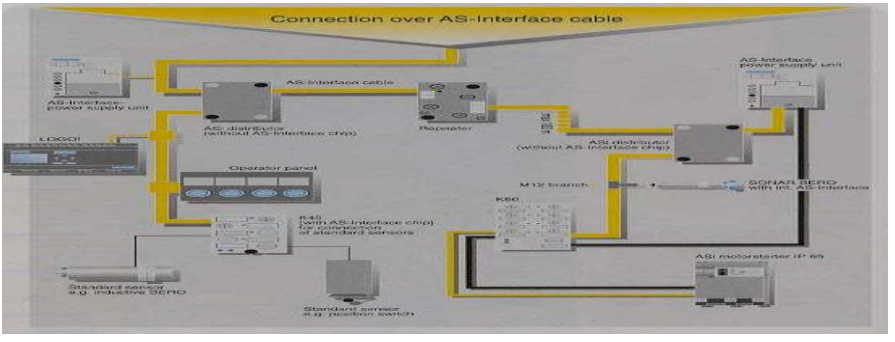
### *4.1.4 Ghép nối vào/ra phân tán*

Thực ra, một thiết bị vào/ra phân tán chỉ khác với một PLC ở chỗ nó không có bộ xử lý trung tâm (CPU). Thay vào đó, nó được tích hợp các vi mạch giao diện mạng cũng như phần mềm xử lý giao thức. Tùy theo cấu trúc của thiết bị vào/ra phân tán là dạng module hay dạng gọn nhẹ mà giao diện mạng được thực hiện bằng một module riêng biệt hay không. *Hình 4.9* ta chọn cách nối mạng PROFIBUS-DP của một thiết bị vào/ra phân

tán có cấu trúc module. Về nguyên tắc, phương pháp này không khác so với cách ghép nối các bộ PLC như ta đã trình bày trên đây.




***Hình 4.9*** *Ghép nối vào/ra phân tán qua module giao diện DP.*

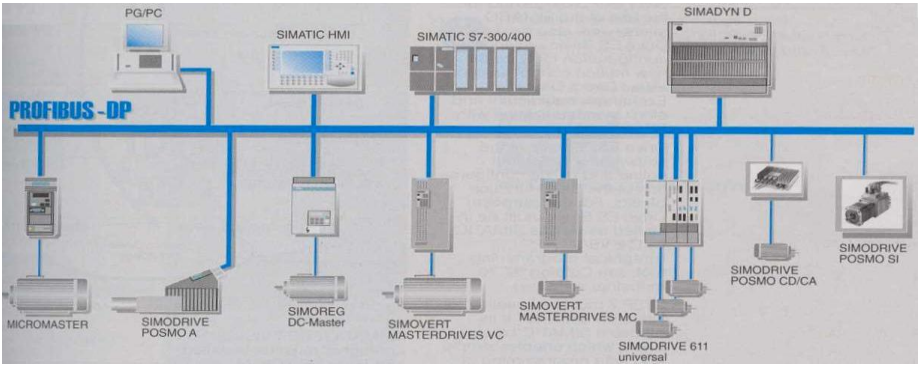



***Hình 4.10*** *Sơ đồ nối ghép thiết bị I/O K45 và K60 trong AS-Interface.*

Theo yêu cầu cụ thể chúng ta có thể chọn các thiết bị vào/ra phân tán phù hợp, tuy nhiên với bộ I/O K60 hoặc K45 của hãng SIEMENS có tích hợp cả các đầu vào, ra số cũng như vào/ra tương tự tác giả cho rằng chúng phù hợp với việc thay thế, cải tạo từng phần hệ thống tự động theo công nghệ cũ. Một trong những lựa chọn như thế được thể hiện trên *Hình 4.10*.

### *4.1.5 Ghép nối các thiết bị trường*

Các thiết bị trường được nói ở đây có thể là các bộ điều khiển số chuyên dụng, các thiết bị quan sát, các đầu đo, van, biến tần,… Về cấu trúc, người ta cũng chia ra làm hai loại là cấu trúc module và cấu trúc liền. Tương tự như đối với PLC hoặc vào/ra phân tán, việc nối mạng có thể thực hiện theo hai cách tương ứng là sử dụng một module truyền thông riêng biệt và sử dụng các thiết bị được tích hợp giao diện mạng. Trên *Hình 4.11* ta minh hoạ các phương pháp ghép nối trên với ví dụ mạng PROFIBUS-DP.



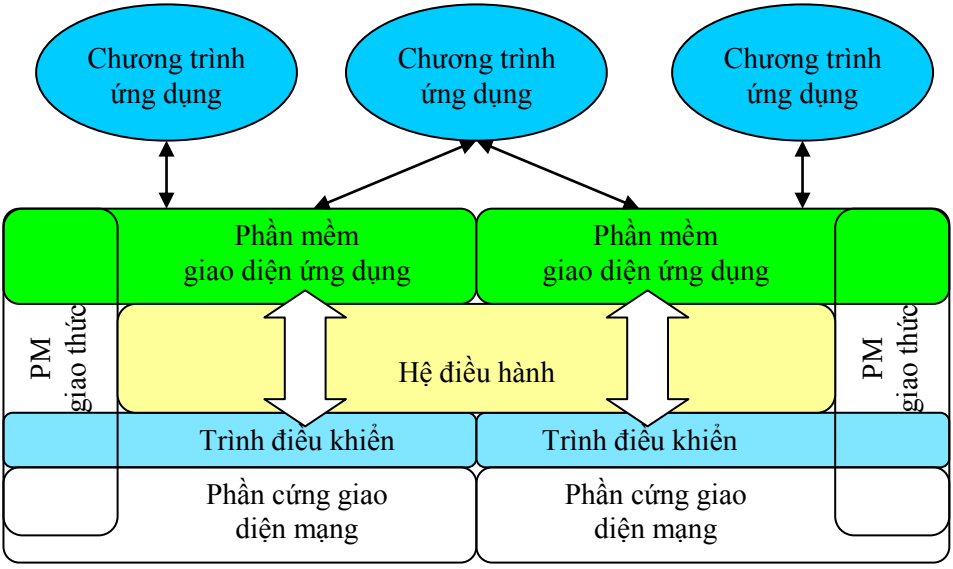

***Hình 4.11*** *Ghép nối thiết bị trường trong PROFIBUS-DP*

## 4.2 Xây dựng phần mềm giao diện mạng

Phần mềm của một hệ thống mạng có thể được chia thành các lớp là phần mềm giao thức, phần mềm hệ thống bao gồm trình điều khiển và các trình tích hợp trong hệ điều hành và phần mềm giao diện ứng dụng. Phần mềm giao thức thực hiện các chức năng thuộc các lớp trên trong mô hình đối chiếu OSI (có thể từ lớp 2 trở lên), ví dụ như xây dựng bức điện, bảo toàn dữ liệu,… Trình điều khiển có vai trò liên kết phần cứng giao diện mạng (ví dụ một card PCI) với hệ điều hành. Các trình tích hợp trong hệ điều hành có chức năng quản lý phần cứng, sắp đặt các vùng nhớ và ngắt cho trình điều khiển, kiểm soát giao tiếp giữa các chương trình ứng dụng và phần cứng giao diện mạng. Phần mềm giao diện ứng dụng, còn được gọi là giao diện lập trình, nằm ở lớp trên cùng trước khi tới chương trình ứng dụng. Quan hệ giữa các thành phần phần mềm của một hệ thống mạng được minh hoạ trên *Hình 4.12*.

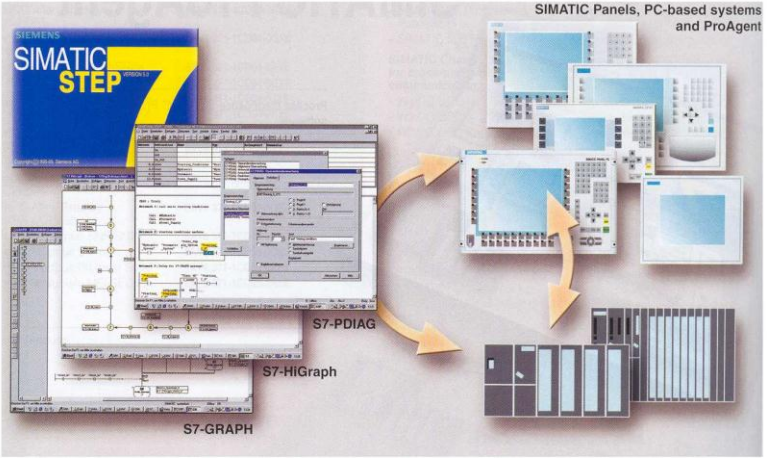
Để các chương trình ứng dụng có thể sử dụng các dịch vụ mạng hoặc tham gia một phần xử lý giao thức, lớp phần mềm giao diện ứng dụng có thể được thực hiện thông qua các hình thức sau:

- Dạng thư viện cho một ngôn ngữ lập trình đa năng (chủ yếu cho ANSI-C): Trong một số trường hợp, CPU chủ chỉ cần truy nhập trực tiếp vào một số vùng trong bộ nhớ của ASIC (ví dụ vùng nhớ DPM), phần tổ chức thanh ghi có thể chứa dữ liệu cấu hình, một số vùng nhớ khác như hộp thư có thể chứa các dữ liệu sử dụng cần trao đổi trong mạng. Một số nhà sản xuất còn cung cấp cho chúng ta cả mã nguồn ANSI-C để có thể dịch trên nhiều vi xử lý khác nhau.




***Hình 4.12*** *Quan hệ giữa các thành phần phần mềm hệ thống mạng*

• Dạng thư viện hàm hoặc khối hàm cho một công cụ lập trình PLC chuyên dụng: Các nhà sản xuất PLC thường cung cấp một số hàm và khối hàm giao tiếp để có thể sử dụng trong môi trường lập trình cho các PLC của họ. Các hàm/khối hàm này có thể có giao diện theo một chuẩn quốc tế. Ví dụ, mô hình giao tiếp và một tập hợp các khối hàm giao tiếp theo chuẩn IEC 61131-5 có thể tìm thấy nguyên bản hoặc biến thể trong hầu hết các công cụ lập trình PLC.




***Hình 4.13*** *Thư viện phần mềm STEP 7 trong quản trị mạng.*

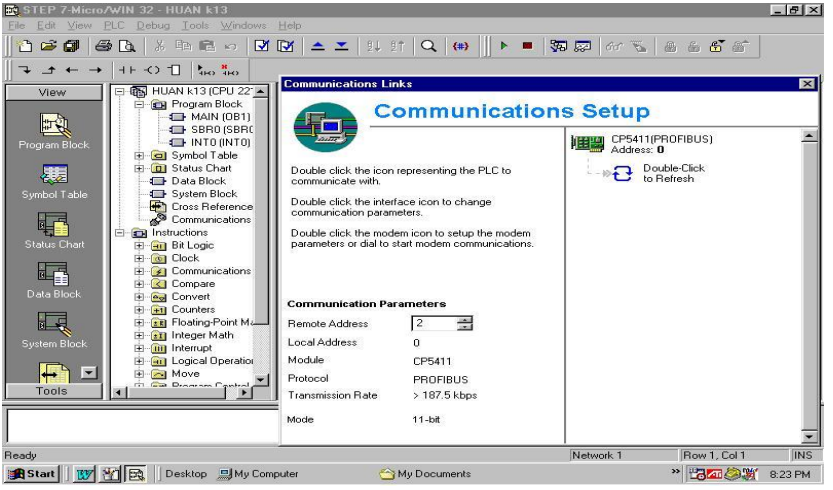
• Dạng đối tượng thành phần: Một đối tượng thành phần có thể được thực hiện thông qua một thư viện liên kết động, ví dụ DLL (*Dynamic Link Library*) hoặc một chương trình server, cho phép sử dụng bằng nhiều ngôn ngữ lập trình khác nhau. Một trong những chuẩn quốc tế là Microsoft DCOM (*Distributed Component Object Model*) được phát triển và áp dụng hiệu quả trong lĩnh vực tự động hoá công nghiệp (dưới dạng OPC).

*Thiết lập cấu hình và lập trình truyền thông trên phần mềm STEP 7*

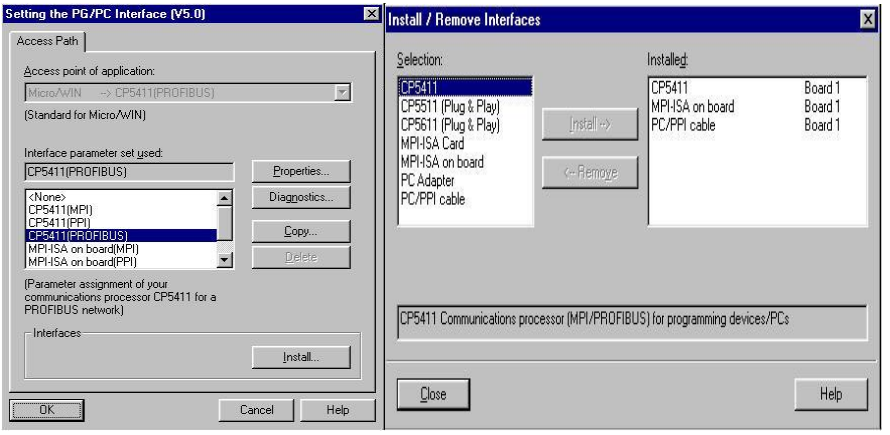
SIEMENS trên cơ sở của chuẩn IEC 61131-5 xây dựng thư viện phần mềm STEP 7 giúp công việc xây dựng, thiết kế mạng truyền thông công nghiệp tương đối dễ dàng, thoả mãn những yêu cầu truyền thông trên mạng như: Trao đổi dữ liệu, điều khiển trạng thái các thành viên trong mạng, phát hiện và phân tích lỗi truyền thông... thông qua các khối hàm truyền thông được cung cấp sẵn. Ta có phần mềm *STEP 7 MicroWin V3.0* chuyên để lập trình cho dòng PLC S7-200 và *STEP7 Profectional V5.0* trở lên chuyên để lập trình cho các loại PLC S7-300/400. Các phần mềm ứng dụng (*Runtime software*) có các thư viện chuẩn được đóng gói dưới dạng các module như phần mềm PID, Fuzzy Control và bài toán cụ thể để lập trình.

Trong phần mềm STEP 7 việc thiết lập cấu hình cho giao diện truyền thông có thể thực hiện tương đối dễ dàng. Ta chọn thư mục "*Communication*" trong Step7 để cài đặt truyền thông, ta có cửa sổ như trong *Hình 4.14* với các thông số đầy đủ cho truyền thông: *Remote Address* - với các địa chỉ có thể từ 1-126, *Local Address*- địa chỉ nội bộ, loại module hoặc card truyền thông, giao thức được sử dụng, tốc độ truyền, kiểu bức điện. Tuy nhiên các thông số này hoặc được định sẵn hoặc chỉ có thể lựa chọn từ nhóm thông số định sẵn.

Để chọn card giao diện truyền thông cho PG/PC ta nhấn đúp vào card truyền thông hiện có trên "*Communications Setup*", cửa sổ "*Setting the PG/PC Interface*" xuất hiện như trong *Hình 4.15a,* có thể chọn card giao diện cùng giao thức được cài đặt sẵn. Tuy nhiên ta có thể bổ sung các card qua thư mục "*Install*", như trong *Hình 4.15b* minh hoạ. Các card giao diện được cài đặt cùng với giao thức truyền thông.



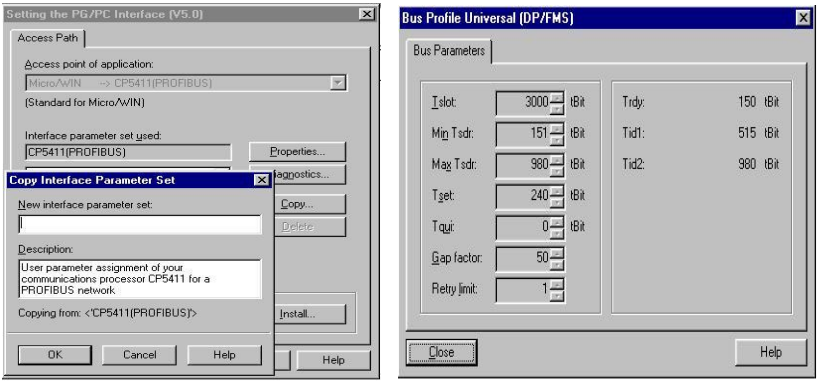

***Hình 4.14*** *Cài đặt truyền thông trên STEP 7*



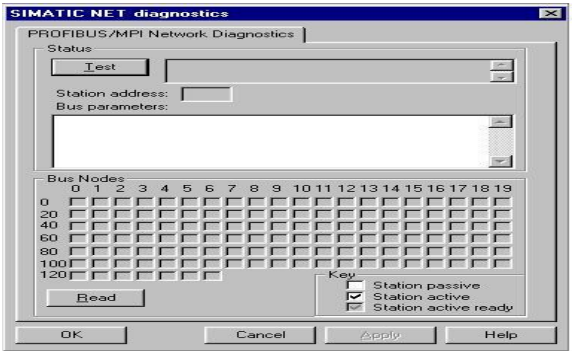

*a)* *b)*

***Hình 4.15*** *Chọn và cài đặt giao diện mạng*

Chọn "*Properties*" ta có thể đặt các thuộc tính của card giao diện mạng, như thông số của trạm (*Station Parameters*): *address*, *timeout*; Thông số của mạng (*Network Parameters*): *Transmission rate*, *highest station*, *profile* (đối với mạng PROFIBUS ). Đặc biệt trong cấu hình Bus ta có cửa sổ "*Bus Parameters*" nhằm thiết lập các thông số cần thiết phù hợp với giao thức truyền thông, xem Chương 2 và Chương 3. Ngoài ra khi chọn nút "*Copy...*", ta có thể bổ sung các thông số cần thiết cho cấu hình mạng đã chọn nhằm phù hợp với chương trình phần mềm thiết lập giao thức truyền thông. Cụ thể được minh hoạ trên (*Hình 4.16*).




***Hình 4.16*** *Đặt thông số bus*




***Hình 4.17*** *Chẩn đoán mạng.*

## 4.3 Chuẩn giao tiếp công nghiệp

### *4.3.1 Chuẩn MMS*

MMS (*Manufactoring Message Specification*) là một chuẩn quốc tế cho việc xây dựng lớp ứng dụng theo mô hình đối chiếu OSI. Về cơ bản, MMS quy định một tập hợp các dịch vụ chuẩn cho việc trao đổi dữ liệu thời gian thực và thông tin điều khiển giám sát. Các dịch vụ này cũng như các giao thức tương ứng được chuẩn hóa trong ISO/IEC 9506.

Các dịch vụ truyền thông đã được định nghĩa trong MMS tạo cơ sở quan trọng trong việc xây dựng lớp ứng dụng trong nhiều hệ thống Bus trường. Một số ví dụ như FMS (*Fieldbus Message Specification*) của PROFIBUS, PMS (*Peripheral Message Specification*) của Interbus, MPS (*Manufactoring Periodic aperiodic Services*) của WorlFIP và RAC (*Remote Access Control*) của Bus đều là các tập con các dịch vụ MMS.

Các dịch vụ được định nghĩa trong MMS có tính chất thông dụng và đa dạng có thể thích hợp với rất nhiều loại thiết bị, nhiều ứng dụng và ngành công nghiệp khác nhau. Ví dụ, dịch vụ *Read* cho phép một chương trình ứng dụng hoặc một thiết bị đọc một hoặc nhiều biến một lúc từ một chương trình ứng dụng hoặc một thiết bị khác. Bất kể một thiết bị là PLC hay robot, một chương trình điều khiển tự động hay chương trình điều khiển giám sát, các dịch vụ và thông báo MMS đều như nhau.

Về cơ bản, MMS định nghĩa:

- Hơn 80 dịch vụ truyền thông thông dụng cho các hệ thống Bus: kiểm soát đường nối, truy nhập biến, điều khiển sự kiện, cài đặt và can thiệp chương trình.
- Một giao thức quy định cấu trúc dữ liệu cho việc chuyển giao tham số của các dịch vụ.
- Mô hình một số đối tượng ảo, đại diện cho các đối tượng vật lý (máy móc...).
- Một cơ chế Client/Server trong quan hệ giữa các đối tác truyền thông.

Chuẩn ISO/IEC 9506 bao gồm hai phần cốt lõi sau:

- Phần 1: Đặc tả dịch vụ, định nghĩa mô hình thiết bị sản xuất ảo VMD (*Virtual Manufactoring Device*), các dịch vụ trao đổi giữa các nút mạng, các thuộc tính cũng như tham số tương ứng với VMD và các dịch vụ.
- Phần 2: Đặc tả giao thức, định nghĩa trình tự các thông báo được gửi đi trong mạng, cấu trúc và kiểu mã hoá các thông báo, tương tác giữa MMS với các lớp khác trong mô hình đối chiếu OSI. MMS sử dụng chuẩn lớp biểu diễn dữ liệu ASN.1 (*Abstract Notation Number One-ISO 8824*) để đặc tả cấu trúc thông báo.

Ngoài ra, còn các chuẩn đi kèm (*Companion Standard*) để mở rộng phần cốt lõi nhằm thích ứng cho các lĩnh vực ứng dụng điều khiển như *Robot Control, Numeric Control, Programmable Controller và Process Control*. Một trong những điểm đặc trưng của MMS là mô hình đối tượng VMD. Trên quan điểm hướng đối tượng, mô hình VMD cho phép các thiết bị đóng vai trò một *server*, cung cấp các dịch vụ cho các *client* thông qua các đối tượng ảo. Các đối tượng ảo này đại diện cho những đối tượng khác nhau trong một hệ thống kỹ thuật, trong đó có các biến, chương trình, sự kiện. Mỗi chương trình ứng dụng có thể đồng thời đóng vai trò *server* và *client.*

Mô hình VMD định nghĩa các đối tượng sau:

- *VMD*: Bản thân VMD được coi là một đối tượng hợp thành từ các đối tượng khác, đại diện cho toàn bộ một thiết bị.
- *Domain*: Đại diện một phần nhờ có liên kết trong một VMD, ví dụ phần nhớ cho một chương trình có thể nạp xuống (*download*) và nạp lên (*upload*) được.
- *Variable*: Một biến dữ liệu kiểu số nguyên, số thực dấu phẩy động, mảng.
- *Program Invocation*: Một chương trình chạy trong bộ nhớ chính được hợp thành bởi một hoặc nhiều *domain*.

***Bảng 4.1** Tổng quan các dịch vụ MMS cơ bản*

| ***Nhóm dịch vụ*** | **Mô tả tóm tắt các dịch vụ** | ***Ví dụ*** |
|---|---|---|
| *Environment and General Management Services* | Khởi tạo / Kết thúc các quan hệ truyền thông | *- Initiate*<br>*- Abort* |
| *VDM Support Services* | Thông tin về một trạng thái của một thiết bị ảo, về các đặc tính, thông số và đối tượng của nó | *- Status*<br>*- UnsolicitedStatus*<br>*- Indentity* |
| *Domain Management Services* | Tạo lập, nạp lên/nạp xuống và xoá *Domain* | *- Initiate Download Sequence*<br>*- Download Segment*<br>*- Initiate Upload Sequence*<br>*- Request Domain Download*<br>*- Request Domain Upload* |
| *Program Invocation Management Services* | Tạo lập, xoá và kiểm soát *Program Invocation* | *- Create Program Invocation*<br>*- Start*<br>*- Stop*<br>*- Resume*<br>*- Reset* |
| *Variable Access Services* | Truy nhập các biến của một VMD | *- Read*<br>*- Write* |
| *Semaphore Management* | Đồng bộ hoá việc truy | *- DefineSemaphore* |

| *Nhóm dịch vụ* | **Mô tả tóm tắt các dịch vụ** | *Ví dụ* |
|---|---|---|
| *Services* | nhập cạnh tranh tài nguyên của VMD | *- Delelte Semaphore*<br>*- Report SemaphoreStatus* |
| *Operator Communication Services* | Hỗ trợ việc giao tiếp với một trạm thao tác | *- Input*<br>*- Output* |
| *Event Management Services* | Xử lý sự kiện, sự cố | *- AlterEventCondition Monitoring*<br>*- EventNotification*<br>*- AcknowledgeEvent Notification* |
| *Journal Management Services* | Ghi biên bản các sự kiện và thông tin | *- InitiateJournal*<br>*- ReportJournalStatus* |

- *Kiểu:* Mô tả cấu trúc và ý nghĩa của dữ liệu chứa trong một biến.
- *Event Condition:* Một đối tượng đại diện cho một trạng thái của một sự kiện.
- *Named Variable List:* Một danh sách nhiều biến có tên.
- *Semaphore:* Một đối tượng dùng để kiểm soát việc truy nhập cạnh tranh một tài nguyên chung (ví dụ bộ nhớ, CPU, cổng vào/ra).
- *Operator Station:* Một trạm có màn hình và phím dùng cho thao tác viên vận hành quá trình.
- *Event Action:* Một đối tượng đại diện cho hành động được thực hiện khi trạng thái của một sự kiện thay đổi.
- *File:* Một *file* trong một trạm *Server*.
- *Event Enrollment:* Một đối tượng đại diện cho một chương trình ứng dụng được thông báo khi trạng thái của một sự kiện thay đổi.
- *Journal:* Một đối tượng ghi lại diễn biến của các sự kiện và biến theo thời gian.
- *Transaction:* Đại diện một yêu cầu dịch vụ MMS riêng biệt.

Các loại dịch vụ tương ứng với các đối tượng cơ bản được giới thiệu tóm tắt trong *Bảng 4.1*.

### *4.3.2 Chuẩn IEC 61131-5*

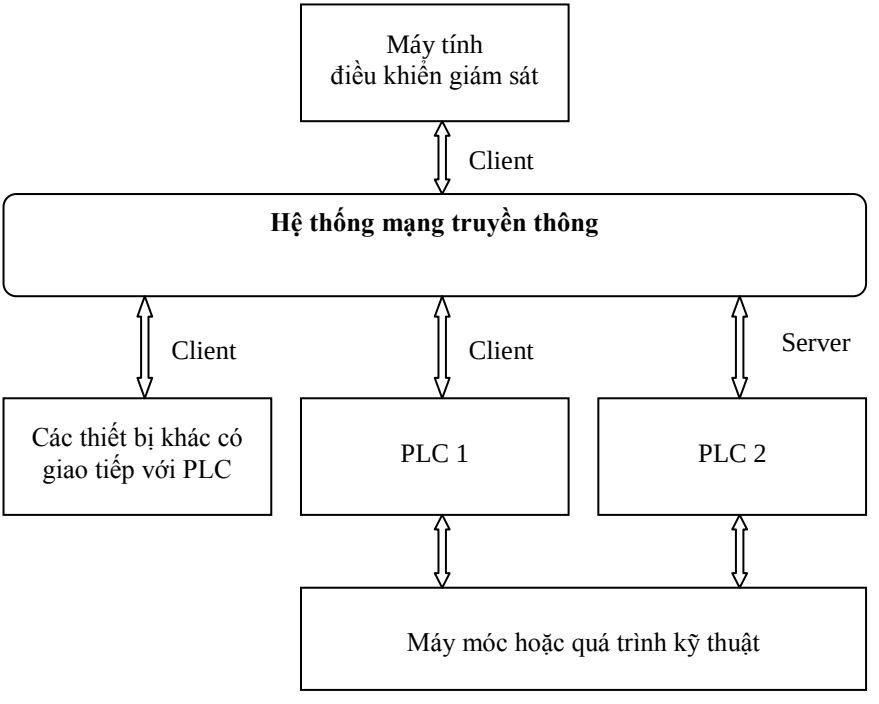
*Mô hình giao tiếp mạng*

Đối tượng của chuẩn IEC 61131-5 là các dịch vụ do PLC thực hiện, hoặc các dịch vụ do các PC yêu cầu từ thiết bị khác, thể hiện qua các hàm/khối hàm sử dụng khi lập trình với IEC 61131-5. Phạm vi của chuẩn này chỉ bó hẹp ở cấp điều khiển và cấp trường.

***Dịch vụ giao tiếp***

Thông tin trạng thái và chỉ thị sự cố của các thành phần:

- Bộ điều khiển (tổng thể)
- Vào/ra
- Bộ xử lý trung tâm
- Cung cấp nguồn
- Bộ nhớ
- Hệ thống truyền thông.




***Hình 4.18*** *Mô hình giao tiếp mạng theo IEC 61131*

Các hàm ứng dụng được liệt kê trong *Bảng 4.2* và *4.3*. Tuy nhiên, một bộ điều khiển không bắt buộc phải cung cấp tất cả các dịch vụ này.

***Bảng 4.2*** *Các hàm giao tiếp cho PLC*

| *STT* | Các hàm giao tiếp cho PLC | PLC yêu cầu | PLC đáp ứng | Khối hàm có sẵn |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Kiểm tra thiết bị | X | X | X |
| 2 | Thu thập dữ liệu | X | X | X |
| 3 | Điều khiển | X | X | X |
| 4 | Đồng bộ hoá giữa các chương trình ứng dụng | X | X | X |
| 5 | Báo động | X | O | X |
| 6 | Thực hiện chương trình điều khiển vào/ra | O | X | O |
| 7 | Truyền nạp chương trình ứng dụng | O | X | O |
| 8 | Quản lý nối | X | X | X |

Lưu ý rằng, Status cung cấp thông tin về trạng thái của bộ điều khiển và các thành phần phần cứng, phần rắn của nó, không quan tâm tới thông tin cấu hình. Dữ liệu trạng thái cũng không cung cấp thông tin về quá trình được điều khiển cũng như chương trình ứng dụng trên PC.

***Bảng 4.3*** *Các khối hàm giao tiếp (CFB)*

| *STT* | Chức năng | Tên khối hàm hoặc hàm |
|---|---|---|
| 1 | Định địa chỉ các biến từ xa | **REMOTE_VAR** |
| 2 | Kiểm tra thiết bị | *STATUS* |
| 3 | Kiểm tra thiết bị | *USTATUS* |
| 4 | Thu thập dữ liệu hỏi tuần tự | *READ* |
| 5 | Thu thập dữ liệu kiểu lập trình | *USEND* |
| 6 | Thu thập dữ liệu kiểu lập trình | *URCV* |
| 7 | Điều khiển tham số | *WRITE* |
| 8 | Điều khiển liên động | *SEND* |
| 9 | Điều khiển liên động | *RCV* |
| 10 | Báo động được lập trình | *NOTIFY* |
| 11 | Báo động được lập trình | *ALARM* |
| 12 | Quản lý nối | *CONNECT* |

*Lưu ý*: Các khối hàm UXXX thể hiện các hàm dịch vụ không cần yêu cầu (*Unsolicited Services*).

**Kiểm tra thiết bị**

Các khối hàm STATUS và USTATUS hỗ trợ việc bộ điều khiển kiểm tra trạng thái của các thiết bị tự động hóa khác.

**Thu thập dữ liệu**

Dữ liệu trong các thiết bị khác có thể được biểu diễn qua các biến. Có hai phương pháp để bộ điều khiển truy nhập các dữ liệu này sử dụng các CFB:

- *Hỏi tuần tự (Polled):* Bộ điều khiển sử dụng khối hàm READ để đọc giá trị của một hoặc nhiều biến tại thời điểm được chương trình ứng dụng trong bộ điều khiển xác định. Việc truy nhập các biến này có thể do các thiết bị kiểm soát.

- *Lập trình:* Thời điểm dữ liệu cung cấp cho bộ điều khiển được quyết định bởi các thiết bị khác. Các khối hàm URCV/USEND được sử dụng trong các chương trình ứng dụng bộ điều khiển để nhận và gửi các dữ liệu đến các thiết bị khác.

***Điều khiển***

Hai phương pháp điều khiển cần được bộ điều khiển hỗ trợ:

- *Điều khiển tham số* (*Parametric*)*:* Hoạt động của các thiết bị được điều khiển bằng cách thay đổi các tham số của chúng. Bộ điều khiển sử dụng khối hàm WRITE để thực hiện hoạt động này từ một chương trình ứng dụng.

- *Điều khiển khoá liên động* (*Interlocked*)*:* Một client yêu cầu thực hiện một phép toán ứng dụng và thông báo kết quả cho client. Bộ điều khiển sử dụng các khối hàm SEND và RCV để thực hiện vai trò client và server.

*Báo động*

Bộ điều khiển có thể gửi các báo động tới các client khi một sự kiện xảy ra. Client có thể thông báo lại đã xác nhận tới bộ điều khiển. Bộ điều khiển các khối hàm ALARM và NOTIFY trong các chương trình ứng dụng để phát ra các thông báo cần xác nhận và không cần xác nhận.

*Quản lý các mối liên kết*

Các chương trình ứng dụng trong bộ điều khiển sử dụng khối hàm CONNECT để quản lý các mối liên kết.

### *4.3.3 OPC (OLE for Process Control)*

*Giới thiệu chung*

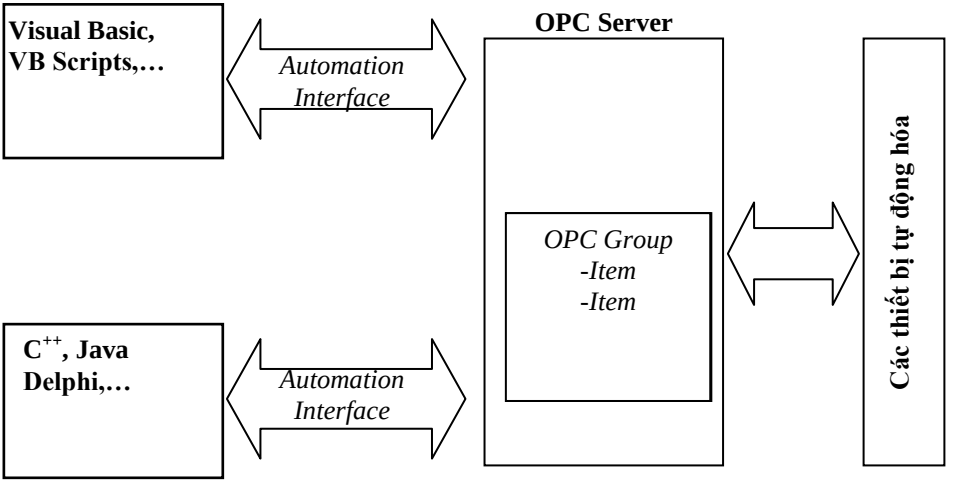
Tiến bộ của các hệ thống Bus trường cùng với sự phổ biến của các thiết bị trường thông minh là hai yếu tố quyết định tới sự chuyển hướng sang cấu trúc phân tán trong các giải pháp tự động hoá. Sự phân tán hoá này một mặt mang lại nhiều ưu thế so với cấu trúc xử lý thông tin tập trung cổ điển, như độ tin cậy và tính linh hoạt của hệ thống, nhưng mặt khác cũng tạo ra hàng loạt thách thức mới cho giới sản xuất cũng như cho người sử dụng. Một trong những vấn đề thường gặp phải là việc tích hợp hệ thống. Tích hợp theo chiều ngang đòi hỏi khả năng tương tác giữa các thiết bị tự động hoá của nhiều nhà sản xuất khác nhau. Còn tích hợp theo chiều dọc đòi hỏi khả năng kết nối giữa các ứng dụng cơ sở như đo lường, điều khiển với các ứng dụng cao cấp hơn như điều khiển giám sát và thu thập dữ liệu (*supervisory control and data acquisition, SCADA*), giao diện người-máy (*human-machine interface, HMI*) và hệ thống điều hành sản xuất (*manfactoring execution system, MES*). Việc sử dụng một chuẩn giao diện vì vậy trở thành một điều kiện tiên quyết. Tiêu biểu cho hướng đi này là chuẩn OPC, được chấp nhận rộng rãi trong các ứng dụng tự động hoá quá trình công nghiệp.

Dựa trên mô hình đối tượng thành phần (D)COM của hãng Microsoft, OPC định nghĩa thêm một số giao diện cho khai thác dữ liệu từ các quá trình kỹ thuật, tạo cơ sở cho việc xây dựng các ứng dụng điều khiển phân tán mà không bị phụ thuộc vào mạng công nghiệp cụ thể. Trong thời điểm hiện nay, OPC cũng như COM tuy mới được thực hiện trên nền Windows, song đã có nhiều cố gắng để phổ biến sang các hệ điều hành thông dụng khác. Chính vì OPC được xây dựng trên cơ sở mô hình thành phần COM, nên có thể sử dụng qua nhiều phương pháp khác nhau, bằng nhiều ngôn ngữ lập trình khác nhau. Để khai thác một cách thật hiệu quả các dịch vụ OPC, lập trình viên phải hiểu khá rõ về công nghệ hướng đối tượng và phần mềm thành phần nói chung và COM nói riêng.

*Tổng quan về kiến trúc OPC*

OPC được xây dựng dựa trên ý tưởng ứng dụng công nghệ COM nhằm đơn giản hoá, chuẩn hoá việc khai thác dữ liệu từ các thiết bị cận trường và thiết bị điều khiển, tương tự như việc khai thác một hệ thống cơ sở dữ liệu thông thường. Giống như COM, OPC không quy định việc thực hiện khai thác cụ thể, mà chỉ định nghĩa một số giao diện chuẩn.

Thay cho việc dùng C/C$^{++}$ dùng để định nghĩa một giao diện lập trình như thông thường, ngôn ngữ dùng ở đây (gọi là *Interface Definition Language, IDL*) không phụ thuộc vào nền cài đặt hay ngôn ngữ lập trình.



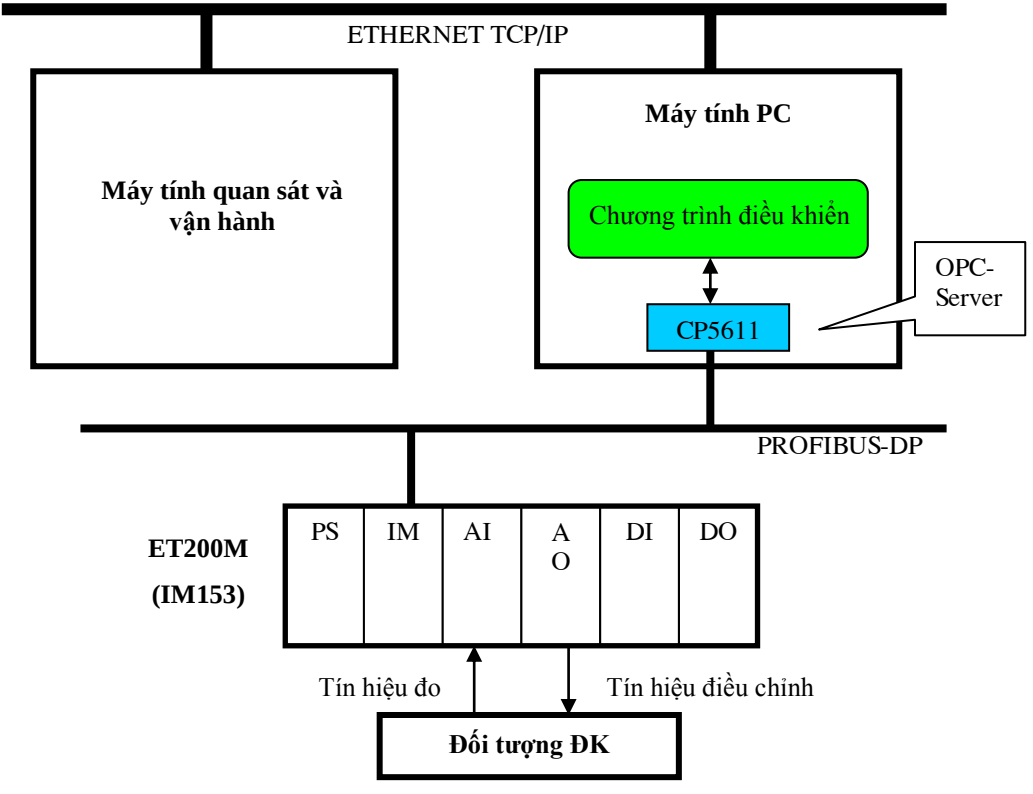

***Hình 4.19*** *Kiến trúc sơ lược của OPC*

Trên *Hình 4.19* minh hoạ hai kiểu đối tượng thành phần quan trọng nhất trong kiến trúc OPC là *OPC-Server* và *OPC-Group*. Trong khi *OPC-Server* có nhiệm vụ quản lý toàn bộ việc sử dụng và khai thác các dữ liệu, thì các đối tượng *OPC-Group* có chức năng tổ chức các phần tử dữ liệu (*Items*) thành từng nhóm để tiện cho việc truy nhập. Thông thường, mỗi *Item* ứng với một biến trong quá trình kỹ thuật hay trong một thiết bị điều khiển.

Chuẩn OPC hiện nay quy định hai kiểu giao diện là *Custom Interfaces* (*OPC Taskforce, 1998b*) và *Automaticon Interface* (*OPC Taskforce, 1998c*). Kiểu thứ nhất bao gồm một số giao diện theo mô hình COM thuần tuý, còn kiểu thứ hai dựa trên công nghệ mở rộng *OLE-Automation*. Sự khác nhau giữa hai kiểu giao diện này không những nằm ở mô hình đối tượng, ở các ngôn ngữ lập trình hỗ trợ mà còn ở tính năng, hiệu suất sử dụng.

Ta lấy ví dụ một hệ thống điều khiển và giám sát phân tán của hãng SIEMENS sử dụng máy tính PC (*Hình 4.20*). Trạm quan sát và thao tác (*giao diện người-máy, HMI*) và máy tính điều khiển được cài đặt Windows NT và kết nối với nhau qua mạng Ethernet công nghiệp.

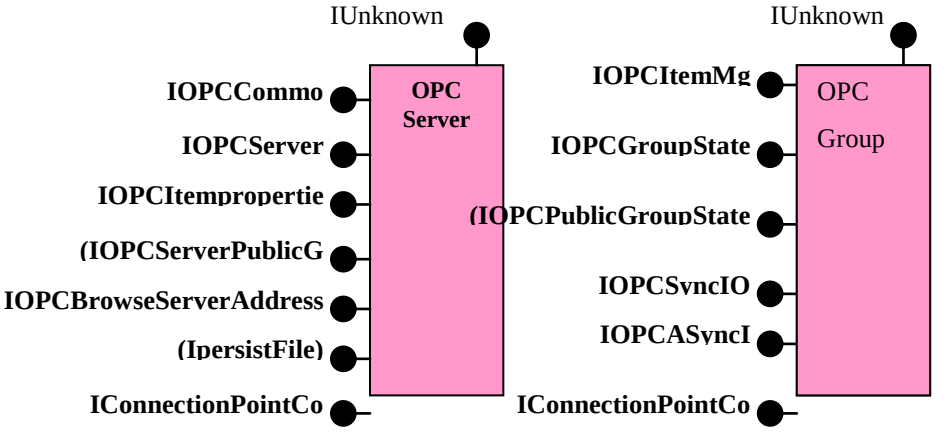
Chương trình điều khiển thuật toán PID và sử dụng một OPC-Server đi kèm với mạch kết nối PROFIBUS-DP (module truyền thông CP5611) để truy nhập dữ liệu từ bộ vào/ra phân tán ET200M. Đối tượng điều khiển ở đây có thể là một thiết bị van gió dùng để điều chỉnh lưu lượng không khí của hệ thống điều hoà trung tâm K1.




***Hình 4.20*** *Ví dụ cấu hình hệ thống điều khiển phân tán sử dụng PC và OPC*

*OPC Custom Interface*

Giống như các đối tượng COM khác, hai loại đối tượng thành phần quan trọng nhất của OPC là *OPC-Server* và *OPC-Group* cung cấp các dịch vụ qua các giao diện của chúng, được gọi là *OPC Custom Interface*, *Hình 4.21*.




***Hình 4.21*** *OPC Custom Interface*

Những giao diện này chỉ là các giao diện theo mô hình COM thuần tuý, việc lập trình với chúng đòi hỏi một ngôn ngữ biên dịch. Để truy nhập dữ liệu dùng *OPC Custom Interface*, ta cần thực hiện các bước:

- Tạo một bản sao đối tượng *OPC-Server*.
- Tìm và lưu trữ địa chỉ của các giao diện cần dùng, trong đó có *IOPCServer*.
- Dùng các phương pháp thích hợp của giao diện *IOPCServer* để tạo một số đối tượng OPC-Group như cần thiết.
- Tìm và lưu trữ địa chỉ của các giao diện cần dùng của các đối tượng *OPC-Group*.
- Sử dụng các giao diện thích hợp của *OPC-Group* để tổ chức và cấu hình cho các đối tượng này, kể cả việc xây dựng mối liên hệ với các phần tử dữ liệu thực.
- Sử dụng *IOPCSyncIO* và *IOPCASyncIO2* của các đối tượng *OPC-Group* để đọc hoặc viết dữ liệu theo cơ chế đồng bộ hoặc không đồng bộ (tuỳ ý hoặc định kỳ).
- Giải phóng các giao diện không sử dụng nữa.
- Xử lý các lỗi trong từng bước nêu trên.

*OPC Automation Interface*

Khi lập trình trên $C^{++}$, ta nhận thấy độ phức tạp đến khó hiểu của nó. Điều đáng nói ở đây là sự phức tạp đó liên quan ít tới công nghệ tự động hoá hơn là công nghệ phần mềm được sử dụng (OPC/COM). Vấn

đề trở ngại là sự cứng nhắc của mã chương trình, nếu ta dùng nó trực tiếp trong ứng dụng điều khiển. Thay đổi một chi tiết nhỏ (ví dụ thay đổi tên máy tính điều khiển, số lượng biến vào/ra,...) cũng đòi hỏi phải biên dịch lại toàn bộ chương trình ứng dụng. Rõ ràng, để giảm nhẹ độ phức tạp cho người lập trình và nâng cao tính năng sử dụng lại, cần phải tạo ra một lớp phần mềm dưới dạng một thư viện đối tượng nằm trên OPC. *OPC Automation Interface* chính là một thư viện đối tượng như vậy.

Giống như đối với các đối tượng OLE-Automation khác, việc sử dụng các đối tượng của *OPC Automation Interface* được đơn giản hoá nhiều. Cụ thể, nhiều thủ tục phức tạp trong lập trình với COM được loại bỏ. Người lập trình không cần biết sâu sắc về COM cũng như $C^{++}$, mà chỉ cần sử dụng thành thạo một công cụ tạo dựng ứng dụng RAD (*Rapid Application Developmet*) như *Visual Basic*.

Mặt trái của vấn đề lại là: Sự hạn chế trong phạm vi chức năng, hiệu suất sử dụng và tốc độ trao đổi dữ liệu. Nhất là trong một giải pháp tự động hoá phân tán, có sự tham gia của các mạng truyền thông công nghiệp, thì hai điểm hạn chế này rất đáng quan tâm. Lý do nằm chính trong mô hình giao tiếp của OLE-Automation và các công cụ hỗ trợ, đó là:

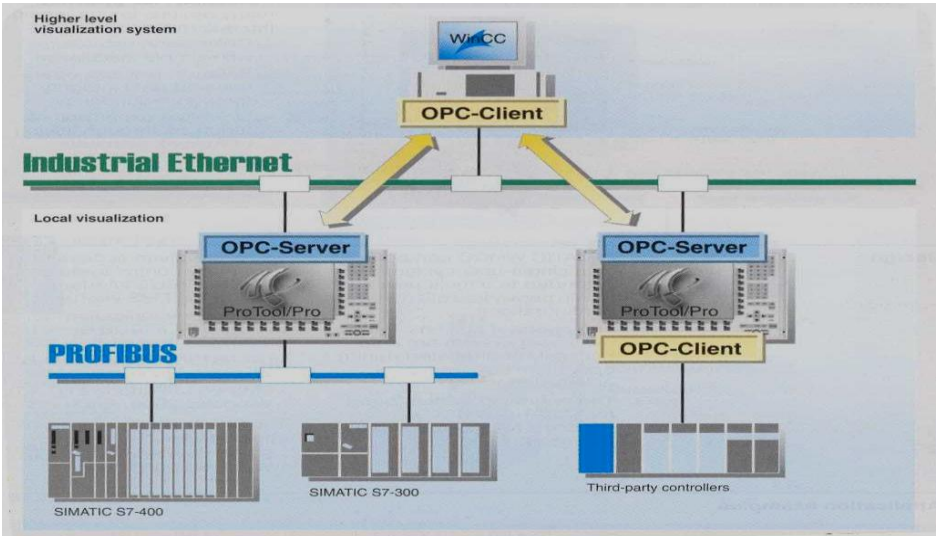
- Dùng kiểu dữ liệu đa năng (*Variant*) một mặt sẽ lãng phí khi trao đổi dữ liệu nhỏ, một mặt hạn chế kiểu dữ liệu sử dụng được.

- Cơ chế tập trung hoá việc đón nhận và chuyển giao thông tin dùng giao diện *IDispatch* làm giảm thời gian phản ứng của một ứng dụng đối với một sự kiện một cách đáng kể.

Tốc độ trao đổi dữ liệu có thể giảm tới 3 - 4 lần so với dùng *Custom Interfaces*. Đối với các ứng dụng có yêu cầu cao về thời gian, phương pháp sử dụng *OPC Automation Interface* rõ ràng không thích hợp.

Một giải pháp để khắc phục các nhược điểm của hai phương pháp trên là tạo một lớp phần mềm trừu tượng phía trên OPC. Lớp phần mềm này được lập trình sử dụng *OPC-Custom Interface* và cung cấp cho các chương trình ứng dụng các đối tượng thành phần có giao diện đơn giản hơn nhiều so với các đối tượng của OPC. Các đối tượng đó có thể đại diện trực tiếp cho các thiết bị ghép nối mạng, có thể theo mô hình thiết bị ảo trong MMS.

*Hình 4.22* minh hoạ giải pháp sử dụng mô hình đối tượng thành phần của SIMATIC ProTool/Pro.




***Hình 4. 22*** *Ví dụ OPC trong SIMATIC ProTool/Pro*

# Chương 5
# THIẾT LẬP CẤU HÌNH MẠNG PROFIBUS-DP

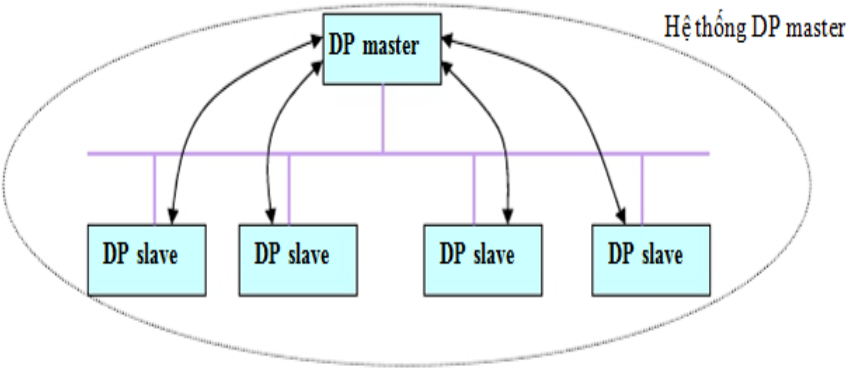
## 5.1 Tổng quan các dạng cấu hình mạng

Trong việc thiết lập cấu hình mạng chúng ta sử dụng một số thành phần về thiết bị trong hệ thống mạng sau:

- DP Master: trạm chủ trong mạng Profibus DP.
- DP Slave: trạm tớ trong mạng Profibus DP.
- I Slave: trạm tớ thông minh trong trạm Profibus DP.

### *5.1.1 Cấu hình một trạm DP Master theo cách trao đổi dữ liệu DP Slave với DP Master*

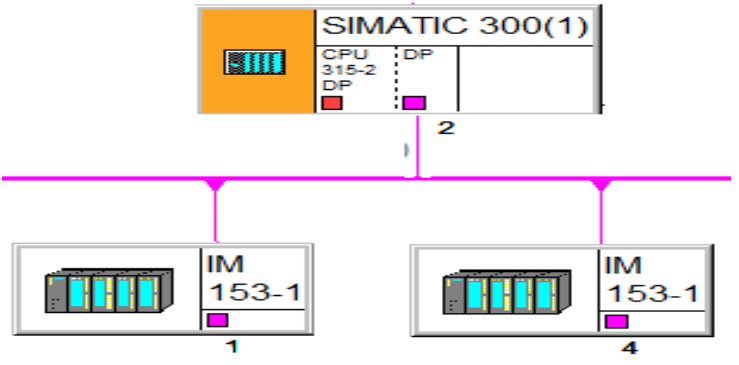
Trong dạng cấu hình này, dữ liệu trao đổi giữa DP Master và các DP Slave thông qua mạng Profibus-DP. Dữ liệu có thể truyền từ các địa chỉ trên vào DP Slave đến DP Master và nhận từ DP Master để xuất trực tiếp đầu ra của DP Slave. Địa chỉ vào/ra trên các module DP Slave được ấn định một cách tự động thông qua việc thiết lập cấu hình phần cứng bằng phần mềm Simatic Manager Step 7.




***Hình 5.1*** *Sơ đồ nguyên lý trao đổi dữ liệu DP Slave với DP Master*

Với sơ đồ này DP Master là các bộ điều khiển như S7 300, S7 400. DP Slave là các module phân tán ET 200, các thiết bị trường thông minh như: biến tần, valve hay các thiết bị đo nhiệt độ, đo lưu lượng.

Trên phần mềm SIMATIC MANAGER STEP 7 cấu hình dạng mạng này có thể được thiết lập như Hình 3.2.

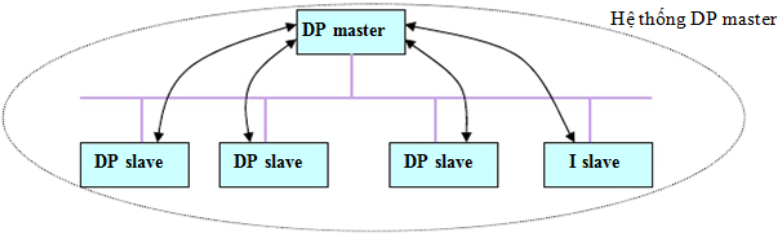



***Hình 5.2*** *Sơ đồ cấu hình trao đổi dữ liệu Slave với Master*

Trong đó DP Master là CPU 315-2DP, hai DP Slave Module ET 200M (Gồm IM 153-1 và một hoặc nhiều các Module vào ra như Module SM321 (16 đầu vào số), Module SM323 (16 đầu vào số, 16 đầu ra số)…, các module IM 153-1 có nhiệm vụ trung gian trong việc trao đổi dữ liệu giữa DP Master với các Module tín hiệu SM 321, SM 323, tức là Module IM 153-1 truyền dữ liệu mà Module tín hiệu đọc được tới DP Master và nhận dữ liệu từ DP Master truyền xuống Module tín hiệu.

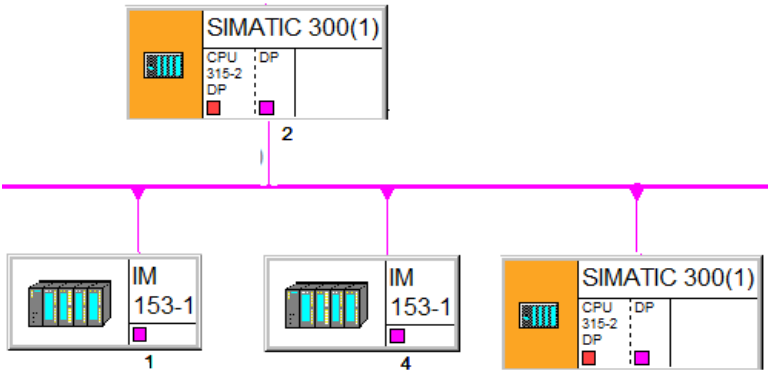
### *5.1.2 Cấu hình một trạm DP Master theo cách trao đổi dữ liệu I Slave với DP Master*

Tương tự như trao đổi dữ liệu trong cấu hình DP Master-DP Slave chỉ khác trong cấu hình này DP Master không truy cập trực tiếp các module vào/ ra trên I Slave mà chỉ truy cập vào vùng địa chỉ CPU của I Slave. Điều này có nghĩa rằng vùng địa chỉ này không thể ấn định được cho các module vào ra thực ở trên I Slave. Việc ấn định này phải được I Slave tạo ra khi được cấu hình.




***Hình 5.3*** *Sơ đồ nguyên lý trao đổi dữ liệu Slave với Master có sự tham gia của I Slave*

Cấu hình dạng mạng này được thiết lập trên phần mềm như sau:



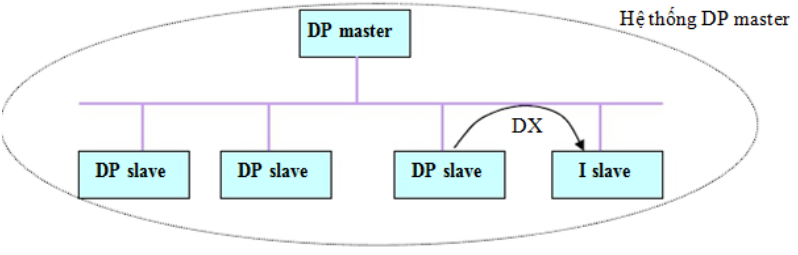

***Hình 5.4*** *Sơ đồ cấu hình trao đổi dữ liệu Slave với Master trên phần mềm có sự tham gia của I Slave*

Với DP Master là CPU 315-2DP, hai DP Slave là ET 200M, I Slave là CPU 315-2DP. Quá trình trao đổi dữ liệu DP Master và hai DP Slave tương tự như ở dạng 1 với module IM 153-1 làm trung gian, còn quá trình trao đổi dữ liệu giữa DP Master và I Slave thì Module CPU 315-2DP giữ chức năng trung gian.

### *5.1.3 Cấu hình một trạm DP Master theo cách trao đổi dữ liệu DP Slave với I Slave.*

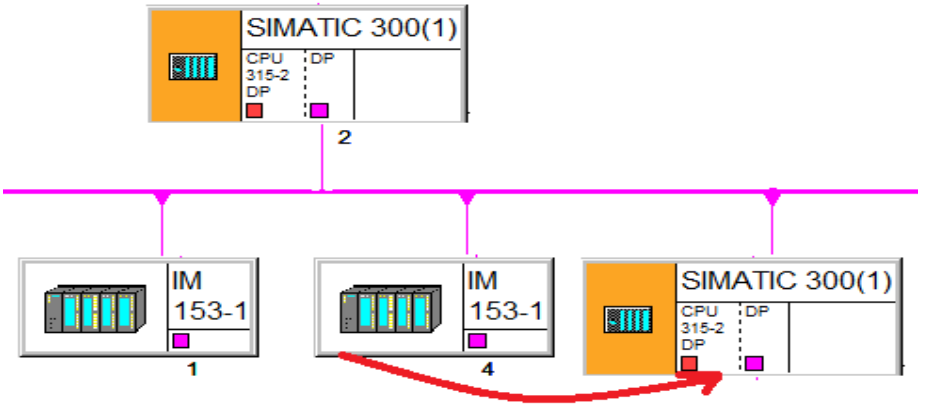
Ở dạng cấu hình này, dữ liệu từ các DP Slave có thể truyền thẳng tới I Slave trên subnet Profibus.

Với cơ chế quản lý này, tất cả các DP Slave hoặc I Slave có thể cung cấp một sự lựa chọn dữ liệu đầu vào theo hướng trao đổi dữ liệu trực tiếp DX (Direct exchange data) giữa các Slave. Chỉ có những I Slave như CPU 315-2DP, CPU 316-2DP hay CPU318-2DP có thể được sử dụng để nhận dữ liệu này.




***Hình 5.5*** *Sơ đồ trao đổi nguyên lý trao dữ liệu trực tiếp giữa các DP Slave*

Thiết lập dạng mạng này trên phần mềm tương tự như dạng thứ 2 chỉ khác việc lựa chọn kiểu truyền dữ liệu trực tiếp DX (Direct exchange data), đây là kiểu truyền dữ liệu trực tiếp từ DP Slave sang I Slave không cần thông qua DP Master.




***Hình 5.6*** *Sơ đồ cấu hình trao đổi dữ liệu trực tiếp giữa các DP Slave*

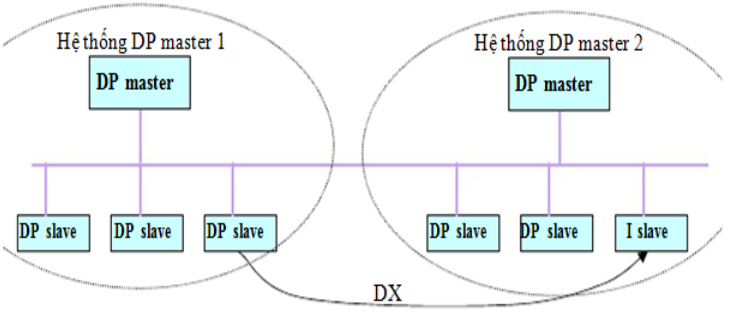
Quá trình trao đổi dữ liệu của dạng cấu hình này tương tự như dạng số 2 chỉ khác dữ liệu có thể truyền theo kiểu trực tiếp DX (Direct exchange data) từ ET 200 sang CPU 315-2DP.

### *5.1.4 Cấu hình hệ thống có hai DP Master theo cách trao đổi dữ liệu DP Slave với I Slave*

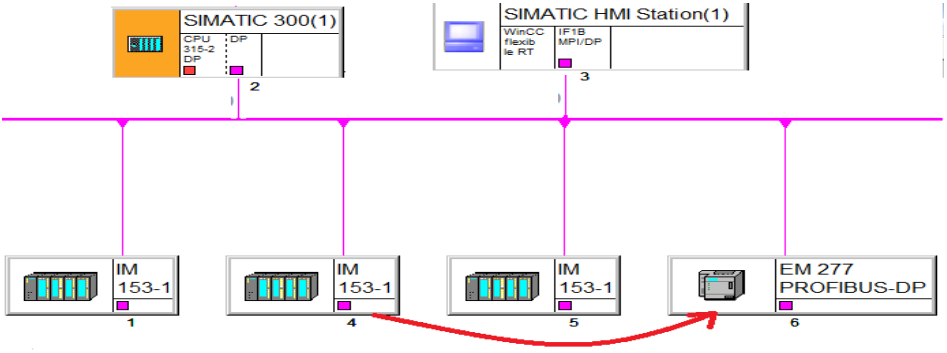
Hệ thống có ở nhiều DP master trong một subnet vật lý Profibus – DP được gọi là hệ thống multi master. Trong cấu hình này, dữ liệu đầu vào từ DP slave có thể được đọc rất nhanh bởi các I salve trên cùng một subnet. Những I Slave có thể giao tiếp với các DP nội bộ trong hệ thống DP master của nó hoặc có thể giao tiếp với các DP slave trên những hệ thống DP master khác

Với cơ chế quản lý này, I slave như la CPU 315 -2 DP có thể cho phép dữ liệu vào từ các DP Slave truyền trực tiếp đến vùng dữ liệu vào của nó

Theo nguyên tắc này, mỗi Slave có thể cung cấp sự lựa chọn dữ liệu vào cho việc trao đổi dữ liệu trực tiếp giữa các DP slave và I Slave.




***Hình 5.7*** *Sơ đồ nguyên lý trao đổi dữ liệu trực tiếp giữa các DP Slave*

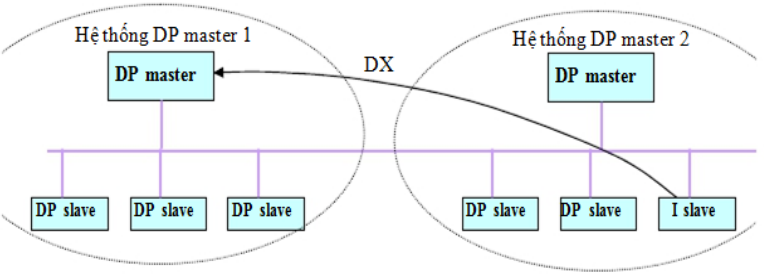



***Hình 5.8*** *Sơ đồ cấu hình trao đổi dữ liệu trực tiếp giữa các DP Slave*

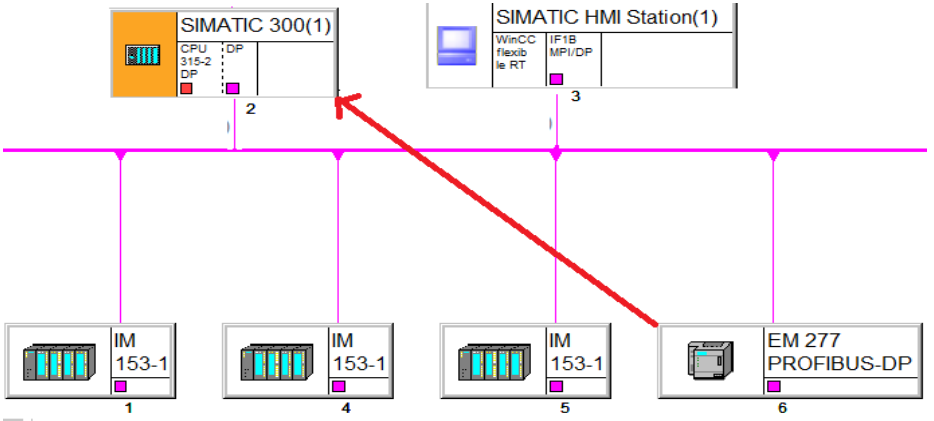
Trong cấu hình với 2 DP Master với DP Master thứ nhất là CPU 315-2DP có nhiệm vụ điều khiển, DP Master thứ hai là trạm HMI (TP 170) tham gia vận hành, giám sát, chẩn đoán mạng. Ba DP Slave tiếp theo là các Module ET 200, Module cuối cùng là EM 277. Quá trình trao đổi dữ liệu cũng có thể thực hiện theo kiểu trực tiếp DX (Direct exchange data) giữa ET 200 với EM 277.

### *5.1.5 Cấu hình hệ thống có hai DP Master theo cách trao đổi dữ liệu DP Slave với DP Master*

Dữ liệu vào từ những I slave và DP slave có thể được đọc trực tiếp bởi master của hệ thống DP master trên cùng một subnet vật lý là Profibus DP. Cơ chế giao tiếp này còn được gọi là sự chia sẻ dữ liệu đầu vào vì dữ liệu vào được sử dụng bởi DP Master khác.




***Hình 5.9*** *Sơ đồ nguyên lý trao đổi dữ liệu giữa các trạm trên các hệ thống DP Master khác nhau*




***Hình 5.10*** *Sơ đồ cấu hình việc trao đổi dữ liệu giữa các trạm trên các hệ thống DP Master khác nhau*

Tương tự như quá trình trao đổi số 4 việc trao đổi dữ liệu theo kiểu trực tiếp DX (Direct exchange data) giữa ET 200 với EM 277 thì ở đây quá trình này có thể xảy ra giữa EM 277 (I Slave của DP Master 2) với CPU 315-2DP (Là DP Master của DP Master 1).

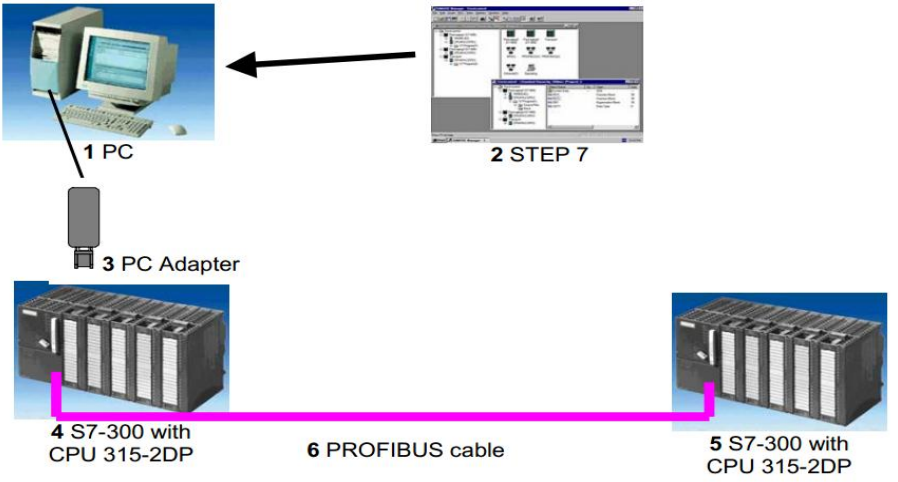
## 5.2 Thiết lập cấu hình mạng PROFIBUS-DP

### *5.2.1 Cấu hình mạng PROFIBUS -DP thực hiện truyền thông giữa 1 trạm là DP Master (CPU 315-2DP), 1 trạm là I Slave (CPU 315- 2DP) và các module vào ra số đóng vai trò là DP Slave*

Hệ thống tự động có thể được chia thành nhiều tác vụ con (subtask) mà những tác vụ này được điều khiển bởi PLC đóng vai trò là DP Master. Những tác vụ điều khiển này có thể được hoàn thành một

cách độc lập với hiệu suất cao so với việc xử lý các tác vụ trên cùng một CPU, những CPU này có thể được bổ sung vào và đóng vai trò là các I Slave. Ở đây ta có thể cấu hình được cả 3 loại sơ đồ mạng như Hình 5.11 (1, 2, 3) để thiết lập hệ thống mạng cho việc trao đổi dữ liệu giữa DP Master-DP Slave, giữa DP Master- I Slave, giữa DP Slave- I Slave.

*a. Sơ đồ:*




***Hình 5.11*** *Sơ đồ kết nối hệ thống mạng PROFIBUS -DP thực hiện truyền thông giữa 1trạm là DP Master ( CPU 315-2DP), 1 trạm là I Slave (CPU 315-2DP)*

*b. Trong cấu hình mạng này hệ thống cần đảm bảo các yêu cầu sau:*

- PC, hệ điều hành từ Windows 95/98/2000/ME/NT4.0 trở lên với cấu hình phần cứng để đảm bảo hệ thống đạt hiệu quả:

- Tối thiểu: Tốc độ xử lý CPU 133 MHz, dung lượng RAM 64 MB, ổ cứng trống 65 MB.

- Tối ưu: Tốc độ xử lý CPU 500 MHz và dung lượng RAM 128 MB, ổ cứng trống 65 MB.

- Phần mềm SIMATIC MANAGER STEP7 V5.x.

- Cáp truyền thông giữa PC và PLC theo chuẩn MPI và PC Adapter.

- PLC SIMATIC S7-300 với CPU315-2DP làm DP Master, tối thiểu phải có module nguồn, module tín hiệu như sau:

- Nguồn: PS307-2A.

- CPU: 3152-DP(6ES7 316-2AF03-0AB0).

- Module tín hiệu đầu vào số: SM321- DI32*DC24.

- Module tínhh hiệu đầu ra số: SM322- DO32*DC24/0,5A.

- PLC SIMATIC S7-300 với CPU315-2DP làm DP Slave, tối thiểu phải có module nguồn, module tín hiệu như sau:

- Nguồn: PS307_2A.

- CPU: 315-2DP (6ES7 316-2AF03-0AB0).

- Modul tín hiệu đầu vào số: SM321- DI32*DC24.

- Module tín hiệu đầu ra số: SM322- DO32*DC24/0,5A.

- Cáp PROFIBUS

*c. Thiết lập địa chỉ truyền thông:*

Trong việc thiết lập mạng truyền thông, việc chọn địa chỉ truyền thông cho các trạm là vô cùng quan trọng, nó quyết định tới địa chỉ và dung lượng dữ liệu truyền nhận. Ở đây ta lựa chọn như sau:

- Đối với trạm chủ:

- IB 0: BYTE đầu vào.

- IB 40: BYTE truyền thông đầu vào.

- QB4: BYTE thực hiện hiển thị sau truyền thông.

- QB 40: BYTE truyền thông đầu ra.

- Đối với trạm tớ:

- IB 0: BYTE đầu vào.

- IB 40: BYTE truyền thông đầu vào.

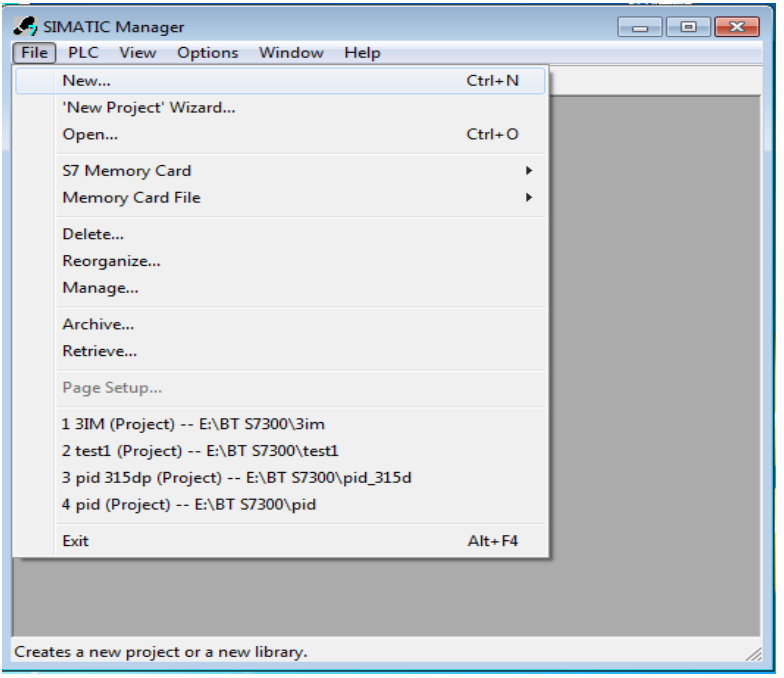
- QB 4: BYTE thực hiện hiển thị sau truyền thông.

- QB 40: BYTE truyền thông đầu ra.

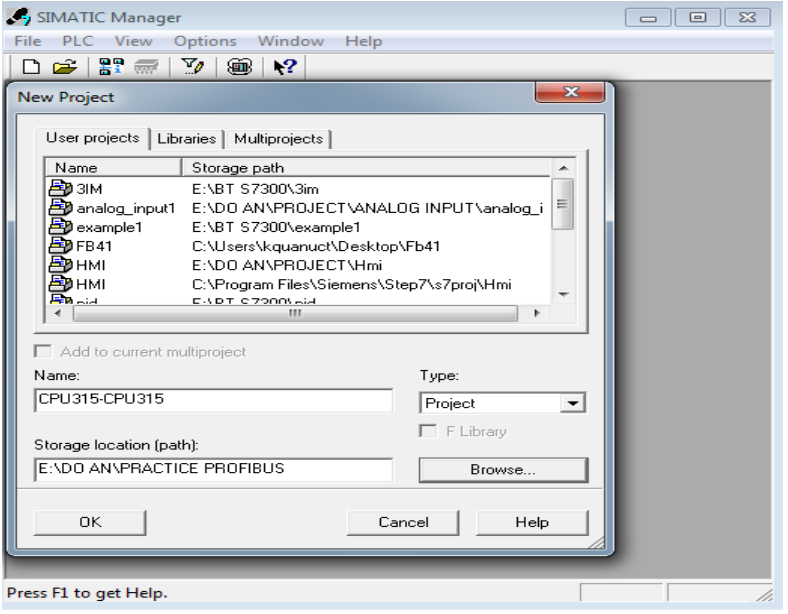
*d. Sau khi đã lựa chọn được địa chỉ truyền thông, ta tiến hành cấu hình phần cứng trên phần mềm như sau:*

- Mở phần mềm Step 7 bằng cách kích đúp lên biểu tượng (**Simatic Manager Step 7**).

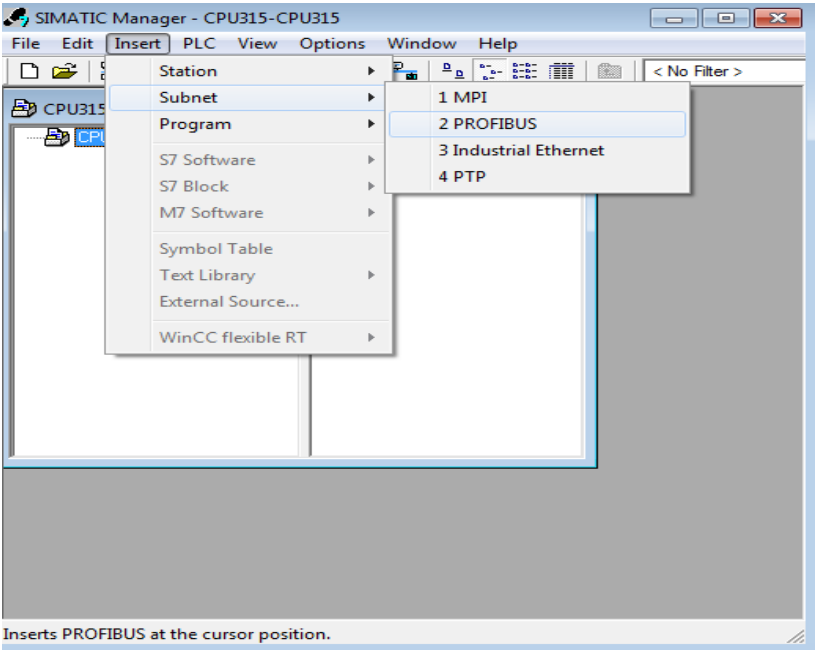
- Tạo project mới: File -> New



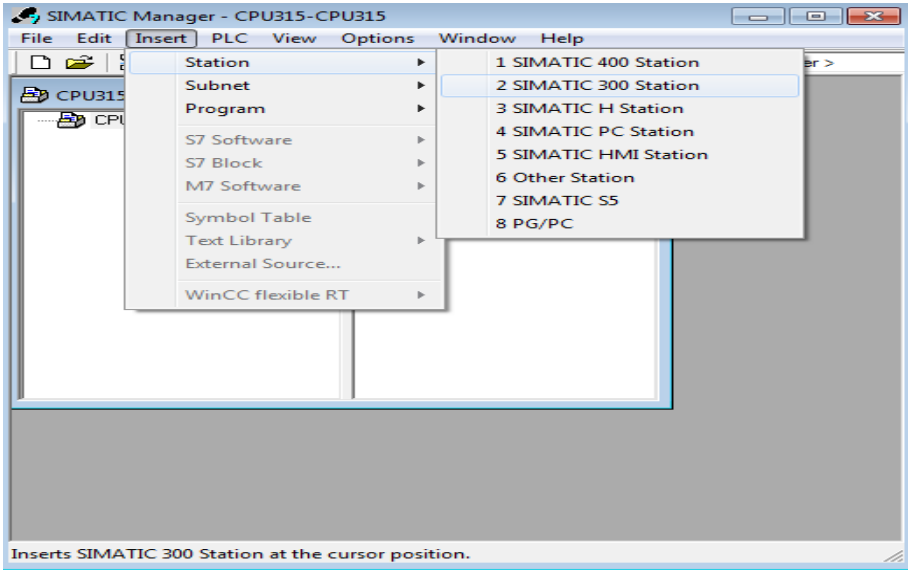

- Đặt tên cho dự án CPU315-CPU 315: CPU315-CPU315->OK.



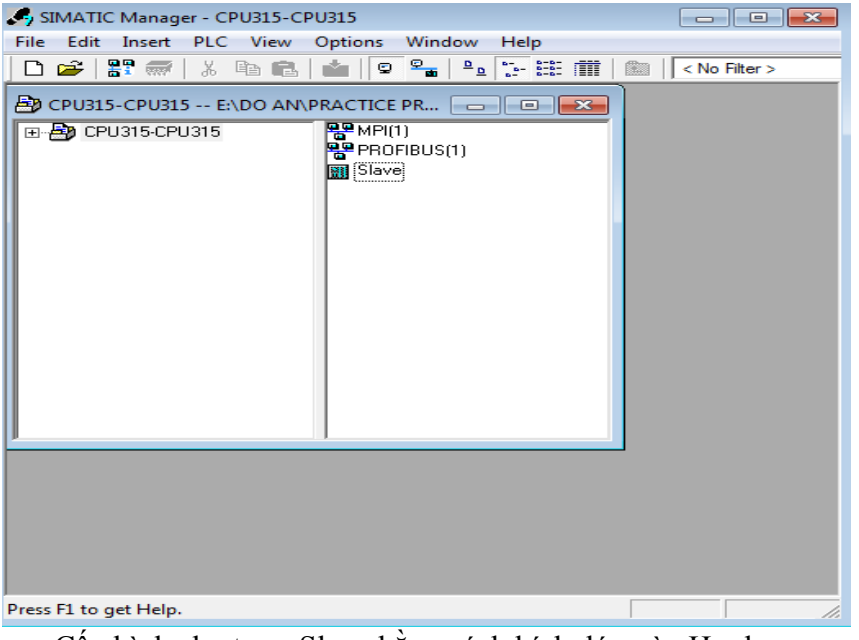

- Thêm PROFIBUS Subnet : CPU315-CPU315 ->Insert ->Subnet ->Profibus.



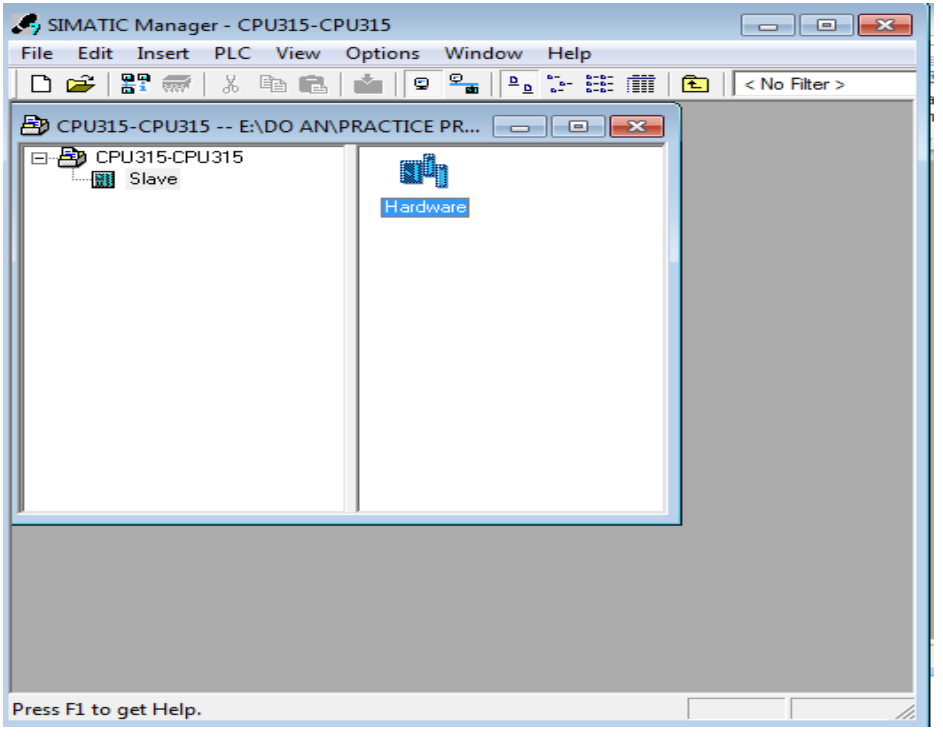

- Chèn thêm trạm SIMATIC S7 300: Insert -> Station ->SIMATIC 300-Station.



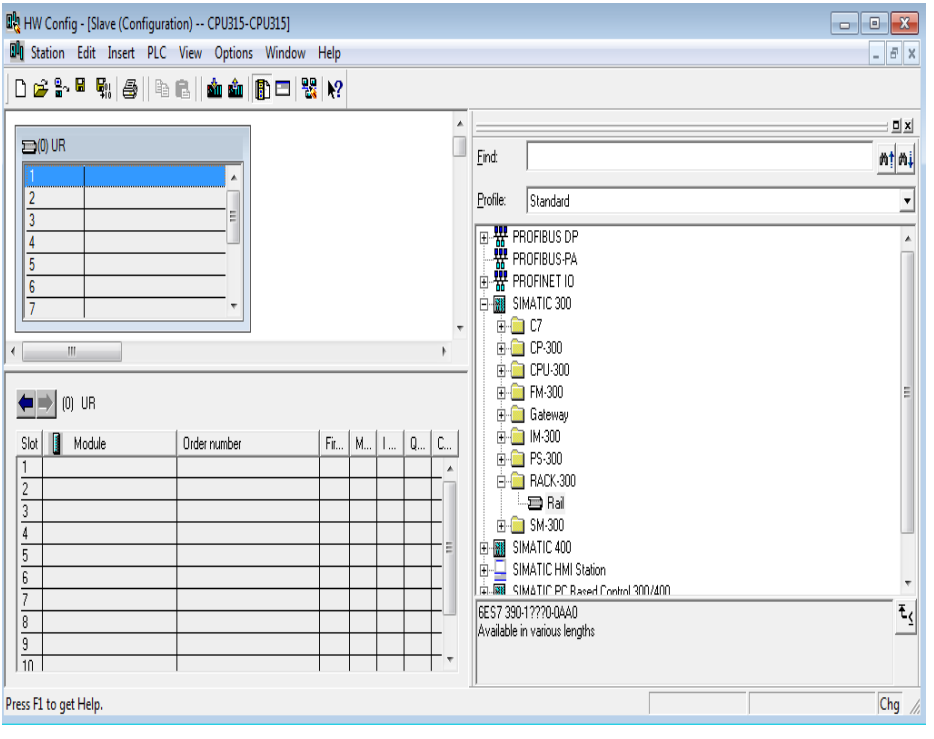

- Đặt lại tên cho trạm là Slave.




- Cấu hình cho trạm Slave bằng cách kích đúp vào Hardware.



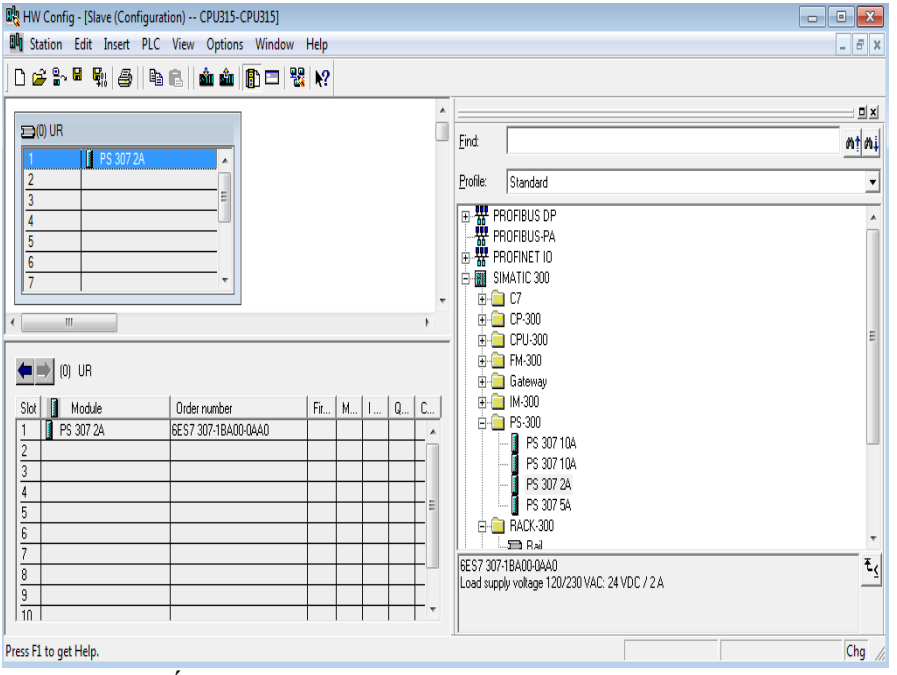
- Sau khi mở danh mục phần cứng ta thấy PROFIBUS-DP, SIMATIC 300, SIMATIC 400 và SIMATIC PC Based Control, tất cả các module dùng cho cấu hình phần cứng được tạo sẵn.
- Chèn một Rack (RAIL) bằng cách click chuột: SIMATIC 300 ->RACK-300 ->RAIL.



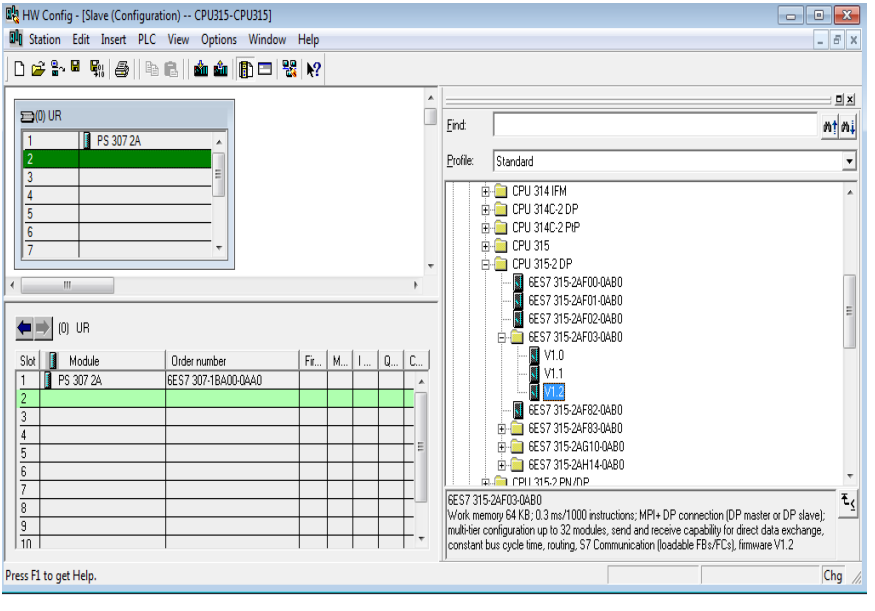

Ngay sau đó một bảng dành cho cấu hình RACK 0 sẽ xuất hiện tự động.

- Bây giờ tất cả các modules được chọn ra từ danh mục phần cứng sẽ được thêm vào bảng cấu hình hay còn gọi là RACK.

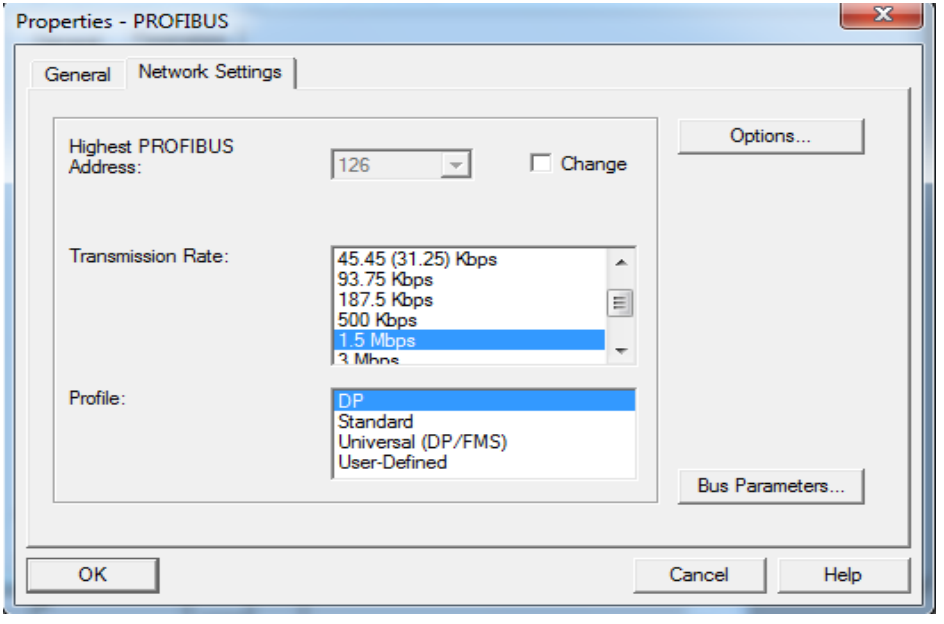
Để chèn, ta click vào tên của module mong muốn, giữ chuột, kéo và thả module vào đúng dòng trong bảng cấu hình. Chúng ta sẽ bắt đầu với nguồn cung cấp PS 307-2 A: SIMATIC 300 ->PS-300->307-2A.




- Bước tiếp theo chúng ta kéo CPU 315-2DP vào dòng thứ 2 trong RACK: SIMATIC 300 ->CPU-300 ->CPU315-2DP-> 6ES7 315-2AF03-0AB0 ->V 1.2.



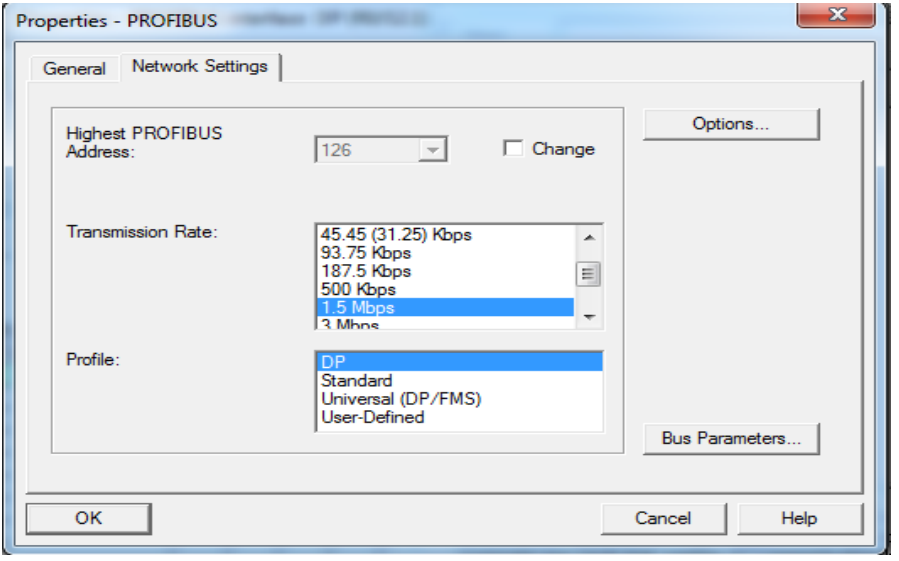
- Sau đó cửa sổ dưới đây sẽ xuất hiện, ta gán địa chỉ PROFIBUS cho CPU 315-2DP. Khi muốn thay đổi thông số của mạng PROFIBUS, ta click Properties: Properties -> Network Setting->Bus parameter.



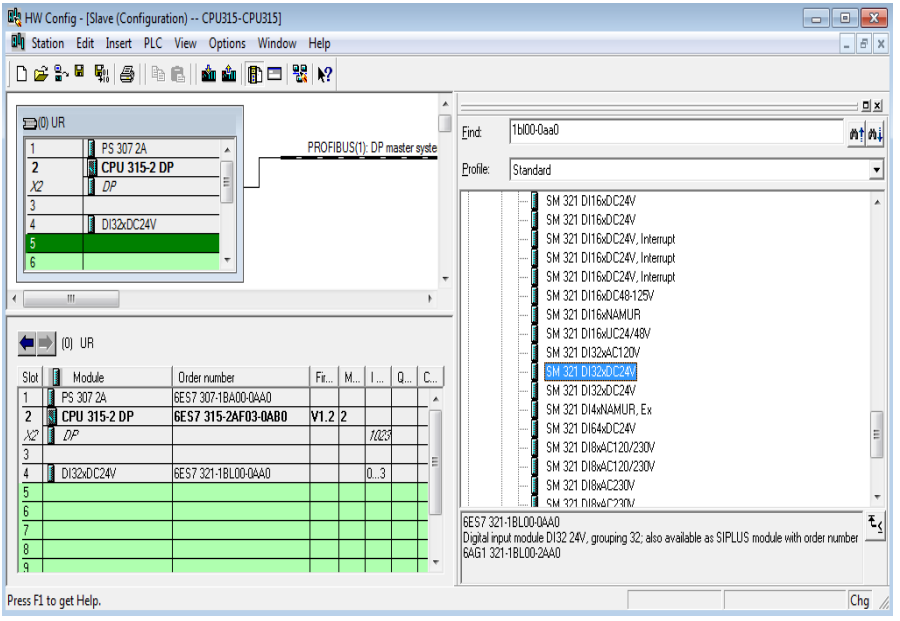

- Bây giờ ta có thể chọn địa chỉ mạng PROFIBUS từ 1 đến 126, tốc độ truyền từ 9,5 Kbit/s đến 12 Mbit/s, và dạng PROFIBUS là DP, tốc độ truyền được lựa chọn ở đây phụ thuộc vào độ dài cable từ DP Master tới DP Slave. Mối quan hệ này được thể hiện trong Bảng 5.1.

**Bảng 5.1 Mối quan hệ giữa tốc độ truyền và chiều dài cable.**

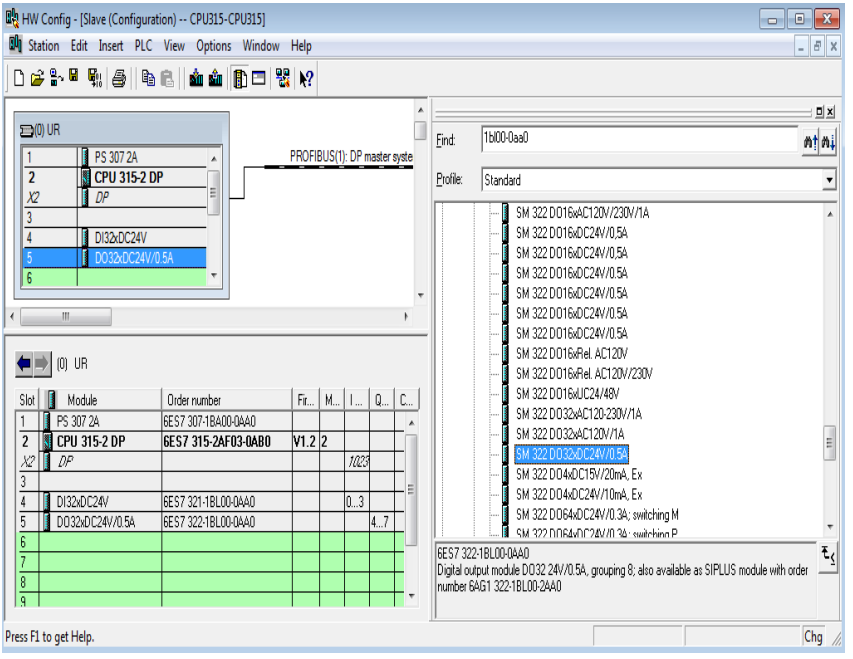
| Tốc độ (kbit/s) | 9,6 | 19,2 | 93,75 | 187,5 | 500 | 1500 | 12000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Chiều dài | *1200 m* | *1200 m* | *1200 m* | *1000 m* | *400 m* | *200 m* | *100 m* |



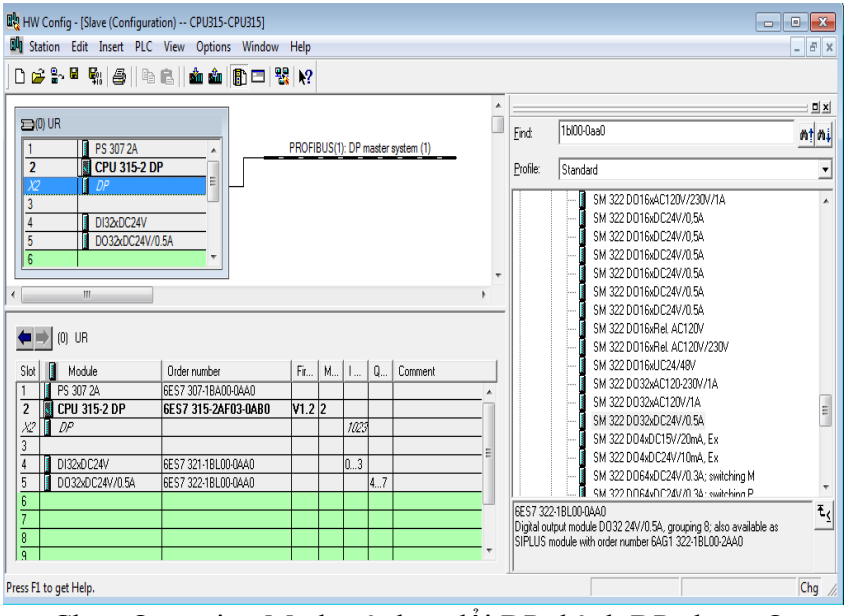

- Bước tiếp theo ta chèn module có 32 đầu vào: SIMATIC 300 ->DI-300 ->SM 321 DI32*DC24.



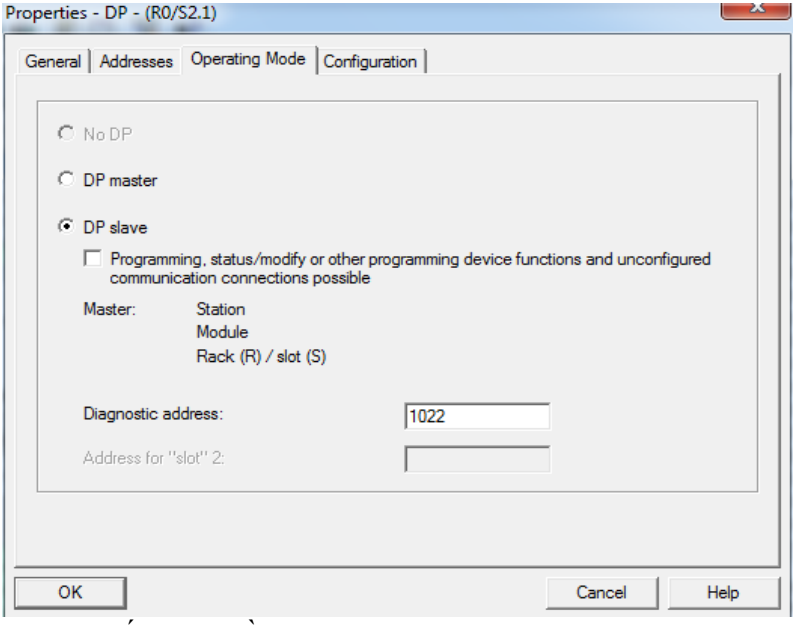

- Tiếp tục ta chèn module có 32 đầu ra: SIMATIC 300 ->DO-300 ->SM 322 DO32*DC24.



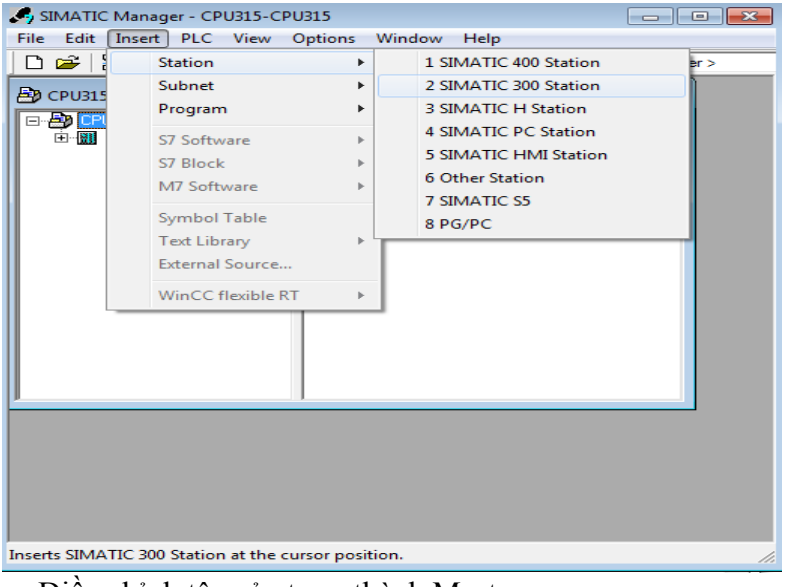

- Chọn giao diện PROFIBUS DP, sao đó thay đổi nó thành DP-Slave.



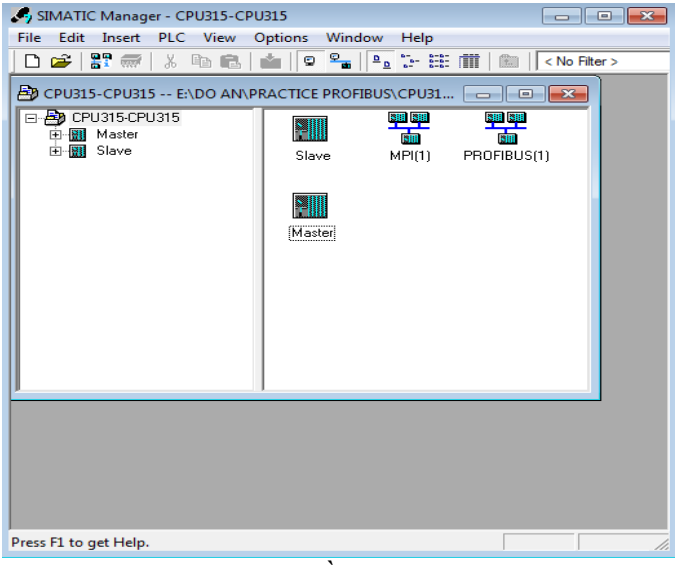

- Chọn Operating Mode và thay đổi DP thành DP slave: Operating Mode ->DP slave.



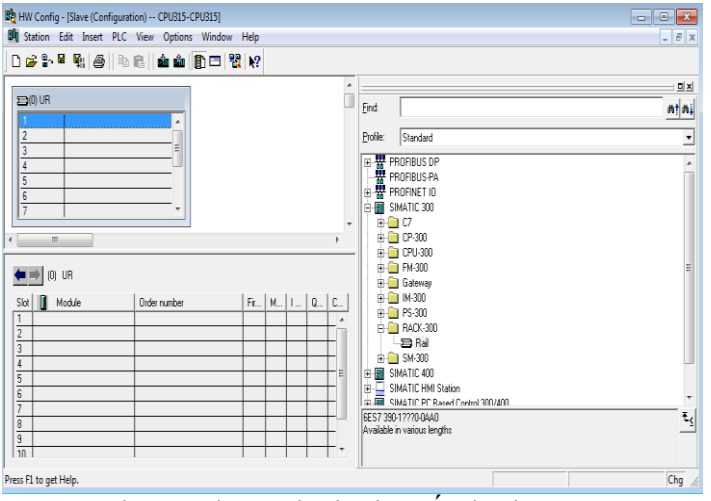

- Bảng cấu hình đầu tiên nên được lưu và biên dịch với một click vào . Sau đó cấu hình phần cứng sẽ được đóng bằng cách click vào .
- Trong SIMATIC Manager, một trạm SIMATIC 300-Station được thêm vào với vai trò là trạm chủ: Insert -> Station ->SIMATIC 300-Station.




- Điều chỉnh tên của trạm thành Master.



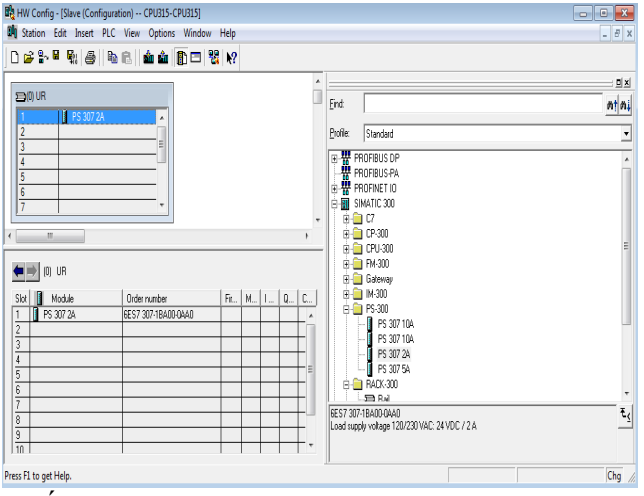

- Cấu hình cho trạm Master bằng cách kích đúp vào Hardware.
- Sau khi mở danh mục phần cứng ta thấy –PRFIBUS-DP, SIMATIC 300, SIMATIC 400 và SIMATIC PC Based Control, tất cả các module dùng cho cấu hình phần cứng được tạo sẵn.
- Chèn một Ray (RAIL) bằng cách click chuột: SIMATIC 300 ->RACK-300 ->RAIL.



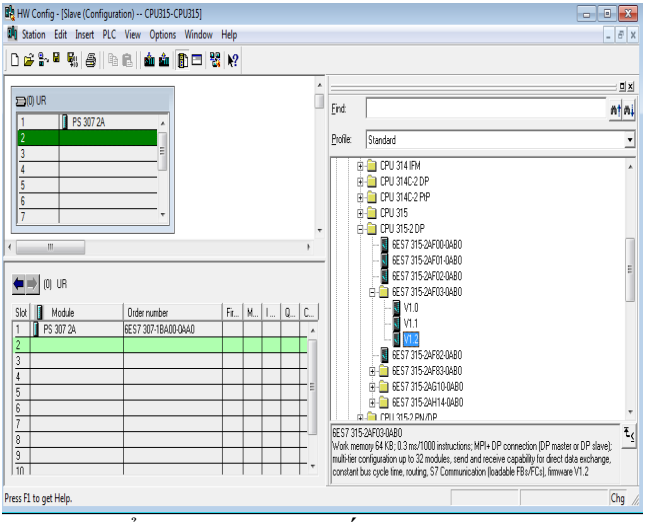

Ngay sau đó một bảng dành cho cấu hình RACK 0 sẽ xuất hiện tự động.

- Bây giờ tất cả các modules được chọn ra từ danh mục phần cứng sẽ được thêm vào bảng cấu hình hay còn gọi là RACK.

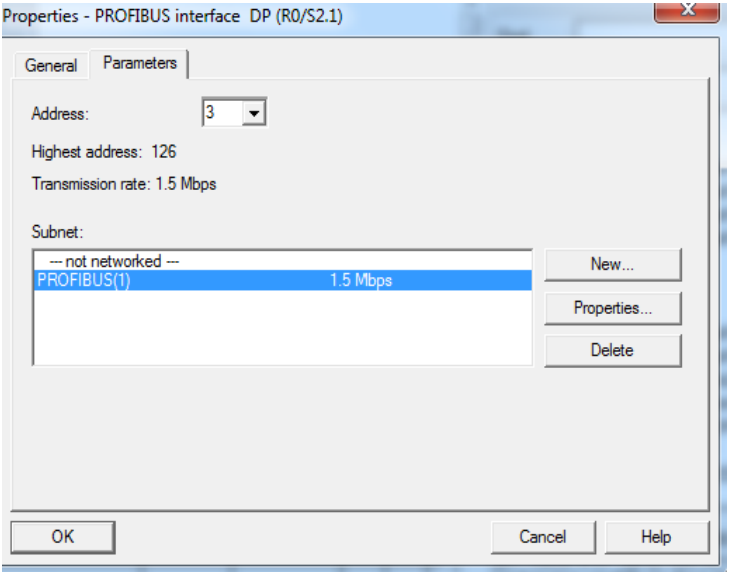
- Để chèn, ta click vào tên của module mong muốn, giữ chuột, kéo và thả module vào đúng dòng trong bảng cấu hình. Chúng ta sẽ bắt đầu với nguồn cung cấp PS 307- 2A: SIMATIC 300 ->PS-300->307 2A.




- Bước tiếp theo chúng ta kéo CPU 315-2DP vào dòng thứ 2 trong RACK: SIMATIC 300 ->CPU-300 ->CPU315-2DP-> 6ES7 315-2AF03-0AB0 ->V 1.2.

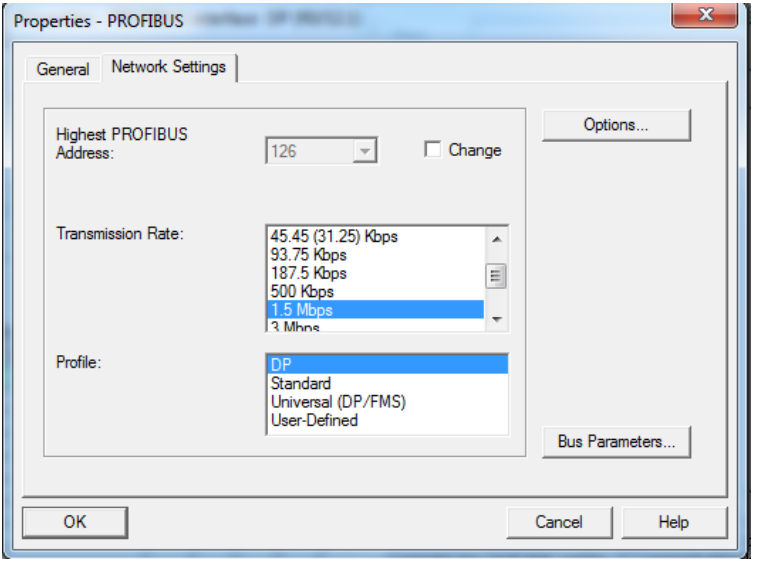



- Sau đó cửa sổ dưới đây sẽ xuất hiện, ta gán địa chỉ PROFIBUS cho CPU 315-2DP. Khi muốn thay đổi thông số của mạng PROFIBUS, ta click Properties.

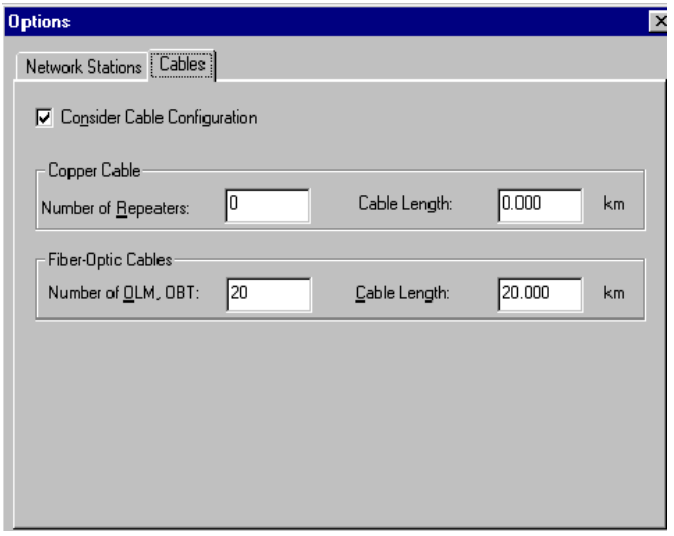



- Bây giờ cấu hình chi tiết các thông số mạng PROFIBUS:

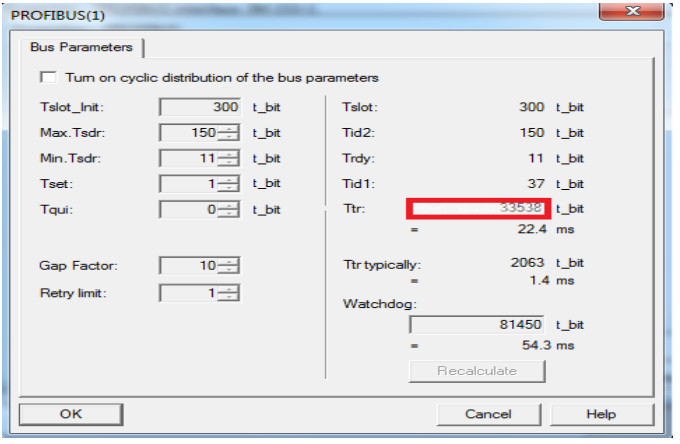
*e. Cài đặt thuộc tính*: trong hộp thoại Properties-PROFIBUS interface DP, chúng ta đặt địa chỉ trạm lớn nhất, tốc độ truyền và profile mạng.




*f. Nhập thông số cầu hình cable:* các thông số cấu hình cable như số trạm repeater, độ dài cable) trong tab cable.




*g. Kiểm tra thông số Bus:* Dựa vào các danh mục được đưa ra trên hộp thoại bus parameter, chúng ta có thể kiểm tra khoảng thời gian $T_{Slot-Init}$ (slot time) có phù hợp với cấu hình mạng truyền thông đó hay không.




- Tính toán $T_{Slot-Init}$ theo công thức sau:

$$T_{Slot-Init} = a + (b^* \text{ length FOC}) + (c^* \text{ number OLM}).$$

- Length FOC: tổng độ dài của cable quang, độ dài này được tính bằng km.

- Number OLM: số module liên kết quang trong mạng.

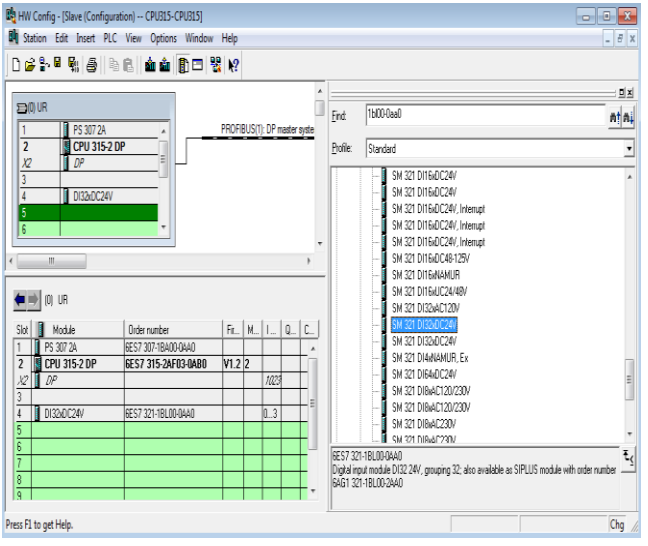
Các số hạng a, b, c phụ thuộc vào tốc độ truyền và các thông số ở Bảng 5.2.

***Bảng 5.2*** *Thông số tính toán slot time*

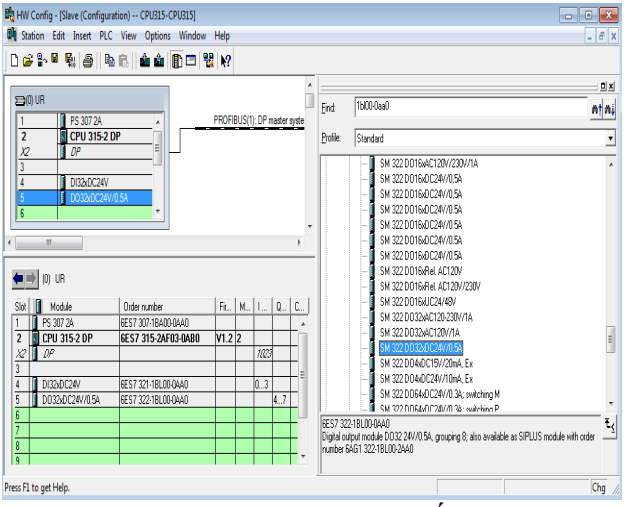
| Tính slot time cho DP Standard | | | | Tính toán slot time cho DP/FMS (“Universal”) và DP | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tốc độ truyền | a | b | c | Tốc độ truyền | a | b | c |
| 12 Mbps | 1651 | 240 | 28 | 12 Mbps | 1651 | 240 | 28 |
| 6 Mbps | 951 | 120 | 24 | 6 Mbps | 951 | 120 | 24 |
| 3 Mbps | 551 | 60 | 24 | 3 Mbps | 551 | 60 | 24 |
| 1,5 Mbps | 351 | 30 | 24 | 1,5Mbps | 2011 | 30 | 24 |
| 500 Kbps | 251 | 10 | 24 | 500 Kbps | 771 | 10 | 24 |
| 187,5 Kbps | 171 | 3,75 | 24 | 187,5 Kbps | 771 | 3,75 | 24 |
| 93,75 Kbps | 171 | 1,875 | 24 | 93,75 Kbps | 451 | 1,875 | 24 |
| 45,45 Kbps | 851 | 0,909 | 24 | 45,45 Kbps | 851 | 0,909 | 24 |
| 19,2 Kbps | 171 | 0,384 | 24 | 19,2 Kbps | 181 | 0,384 | 24 |
| 9,6 Kbps | 171 | 0,192 | 24 | 9,6 Kbps | 171 | 0,192 | 24 |

Sau khi đã tính toán được $T_{Slot-Init}$ ta nhập giá trị vào rồi click Recalculate, kết quả $T_{tr}$( thời gian để thực hiện xong 1 vòng hỏi tuần tự) sẽ được tính ra, như vậy là ta đã hoàn thành việc cấu hình chi tiết thông số mạng.

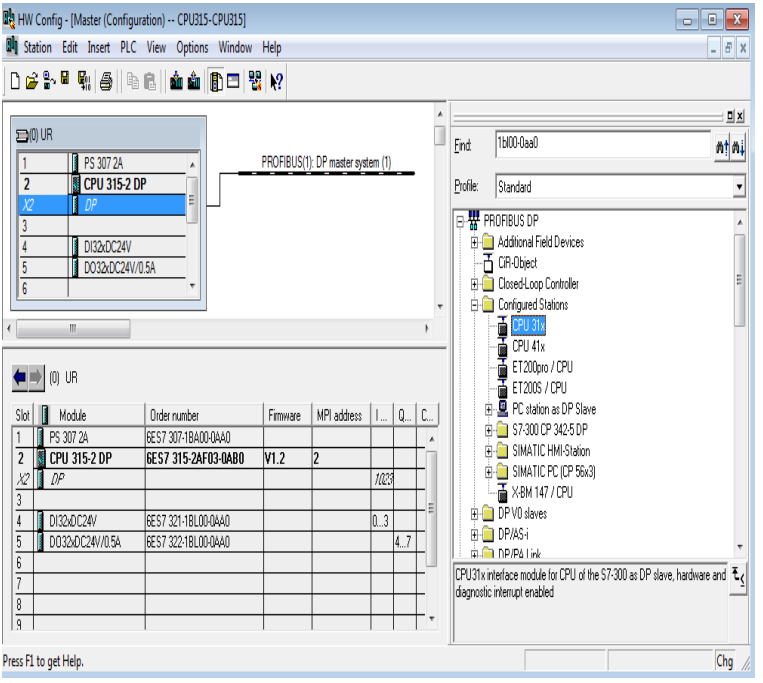
- Bước tiếp theo ta chèn module có 32 đầu vào: SIMATIC 300 ->DI-300 ->SM 321 DI32*DC24.



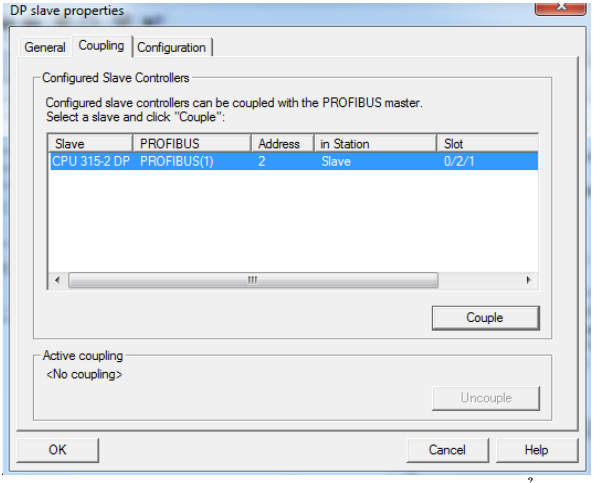
- Tiếp tục ta chèn module có 32 đầu ra: SIMATIC 300 ->DO-300 ->SM 322 DO32*DC24.




- Sau đó có 1 thanh Master system xuất hiện bên phải của CPU-2DP, và ta có thể sắp xếp mạng PROFIBUS trên nó. Bây giờ ta sẽ lấy trạm Slave mà ta đã cấu hình ở trên: PROFIBUS DP -> Configured Stations ->CPU 31x. Kéo CPU 31x này vào Master system.



- Cửa sổ dưới đây sẽ xuất hiện và ta sẽ kết nối trạm Slave (Profibus-address 2) với trạm Master: couple ->ok. Như vậy là ta đã tạo được kết nối giữa 2 trạm.



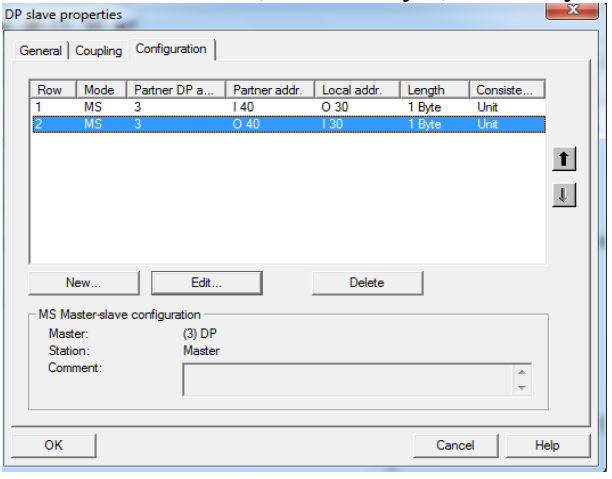

- Trong hộp thoại dưới đây, dải dữ liệu có thể được điều chỉnh cho truyền thông giữa trạm chủ và trạm tớ.

*h. Từ trạm chủ tới trạm tớ:*

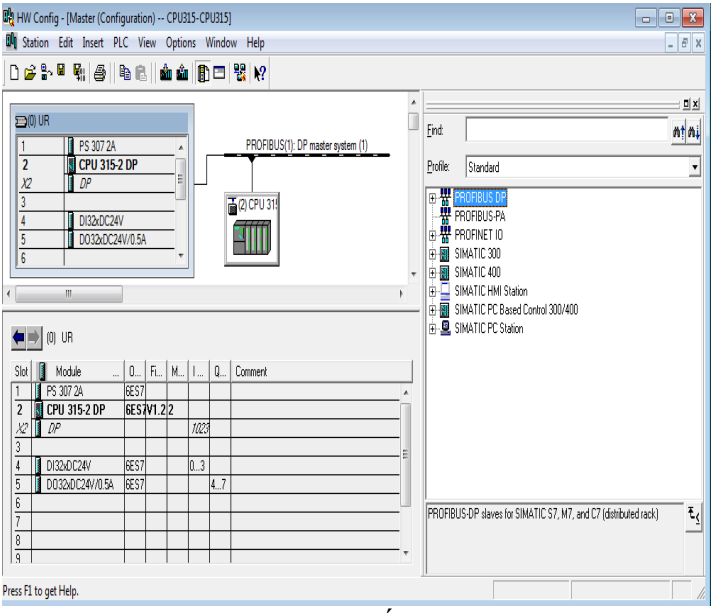
- Dải dữ liệu ra chủ: Q 30, độ dài 1 byte, đơn vị byte là liên tục.
- Dải dữ liệu vào tớ: I 30, độ dài 1 byte, đơn vị byte là liên tục.

*i. Từ trạm tớ tới trạm chủ:*

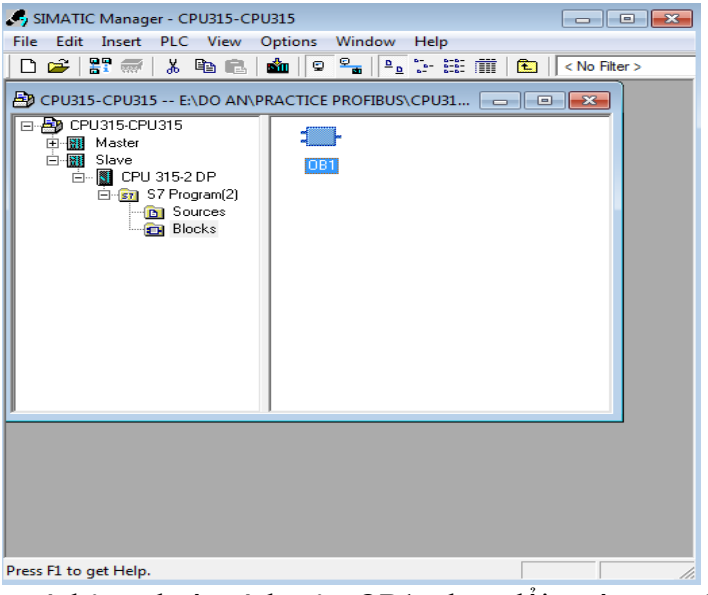
- Dải dữ liệu ra tớ: Q 40, độ dài 1 byte, đơn vị byte là liên tục.
- Dải dữ liệu vào chủ: I 40, độ dài 1 byte, đơn vị byte là liên tục.



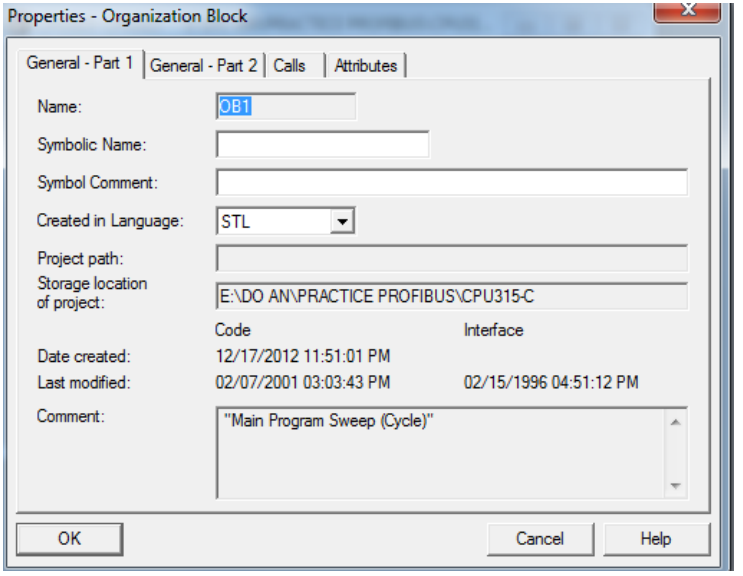
- Bảng cấu hình đầu tiên nên được lưu và biên dịch với một click vào . Sau đó cấu hình phần cứng sẽ được đóng bằng cách click vào .



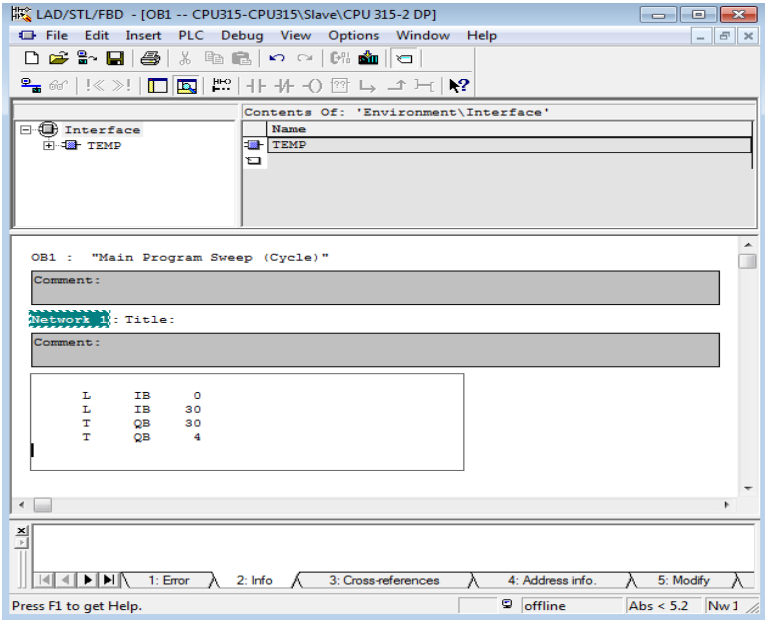

- Từ SIMATIC Manager, mở khối OB1 từ Slave.



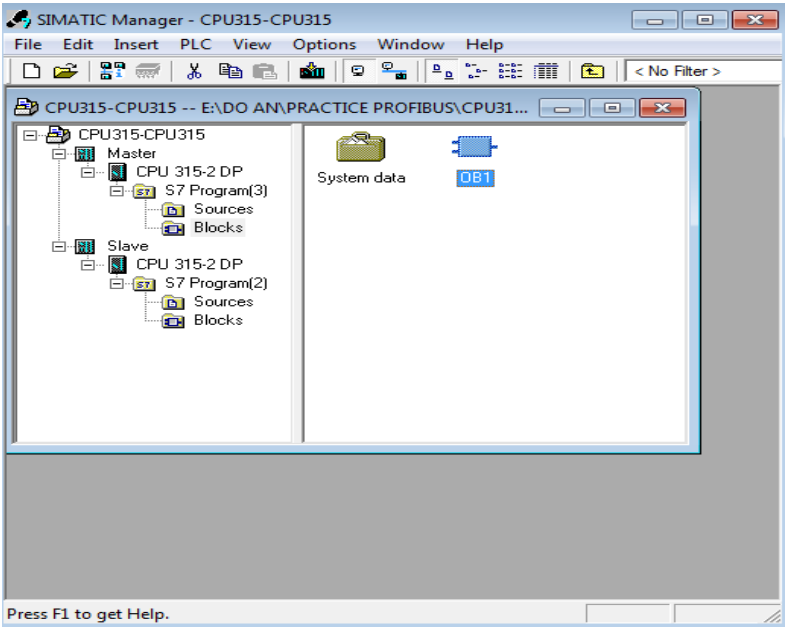

- Ta có bảng thuộc tính của OB1, thay đổi ngôn ngữ lập trình thành STL.



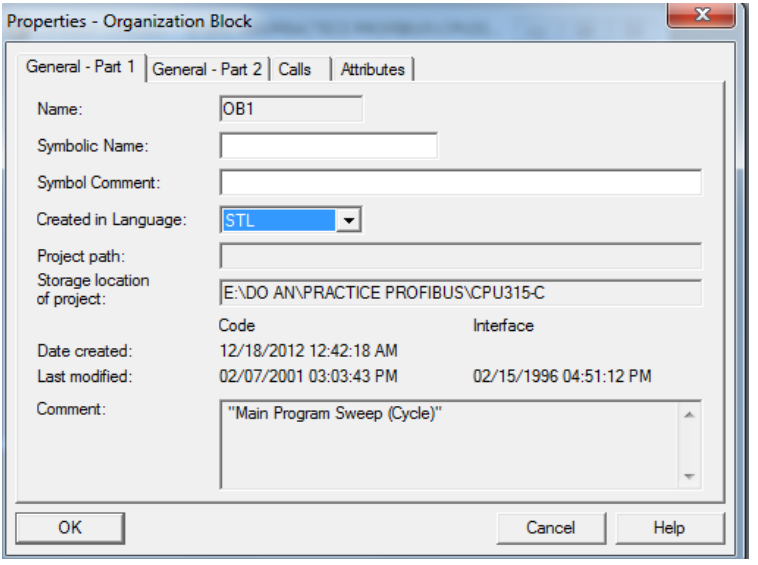

- Ở đây khối chương trình OB1đã được mở với network đầu tiên. Trong đó ta sẽ viết chương trình cho trạm Slave, chương trình sẽ được lưu với .



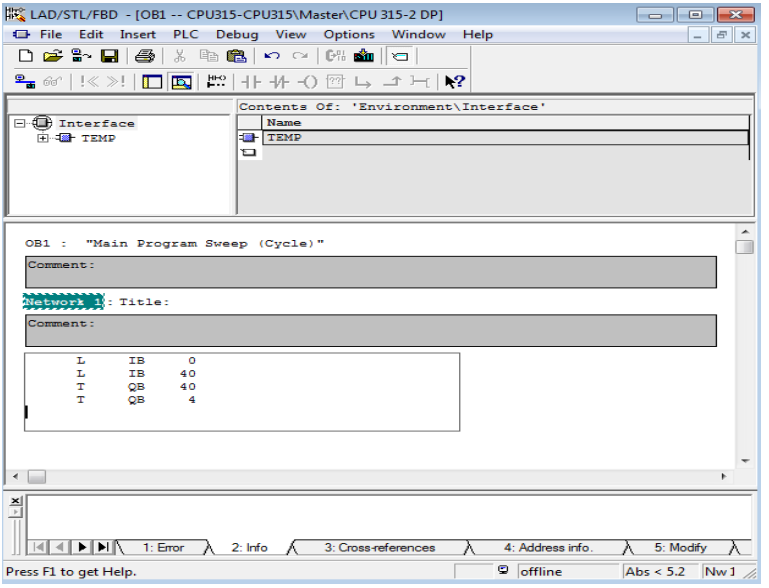

- Từ SIMATIC Manager mở khối OB1 của Master.




- Ta thấy bảng thuộc tính của OB1, thay đổi ngôn ngữ lập trình thành STL và nhấn OK.



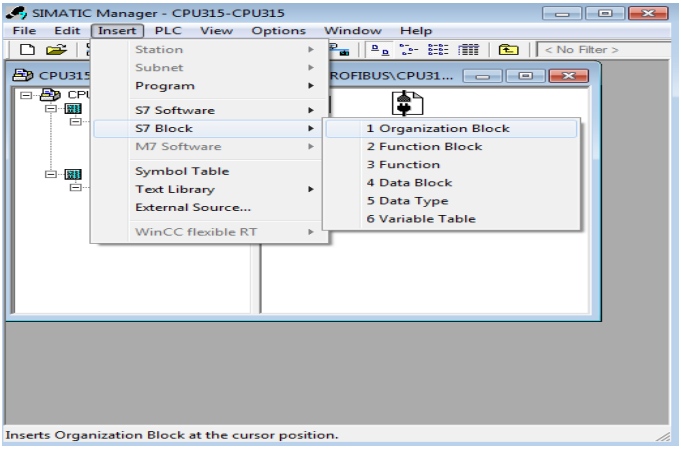

- Ở đây khối chương trình OB1đã được mở với network đầu tiên. Trong đó ta sẽ viết chương trình cho trạm Master, chương trình sẽ được lưu với .



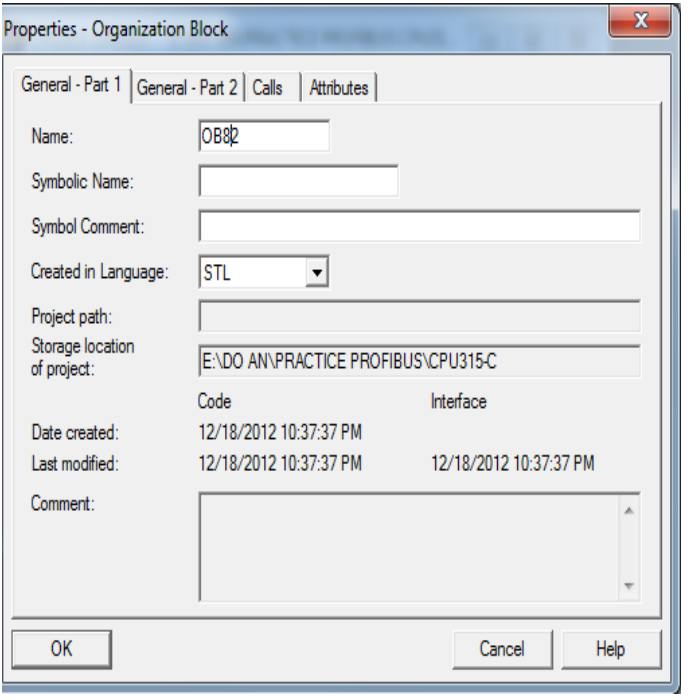

Việc cấu hình kết nối 2 trạm đã hoàn thành:

- Đầu ra byte 40 từ trạm chủ được viết tới đầu vào byte 30 của trạm tớ.
- Đầu ra byte 30 từ trạm tớ được viết tới đầu vào byte 40 của trạm chủ.

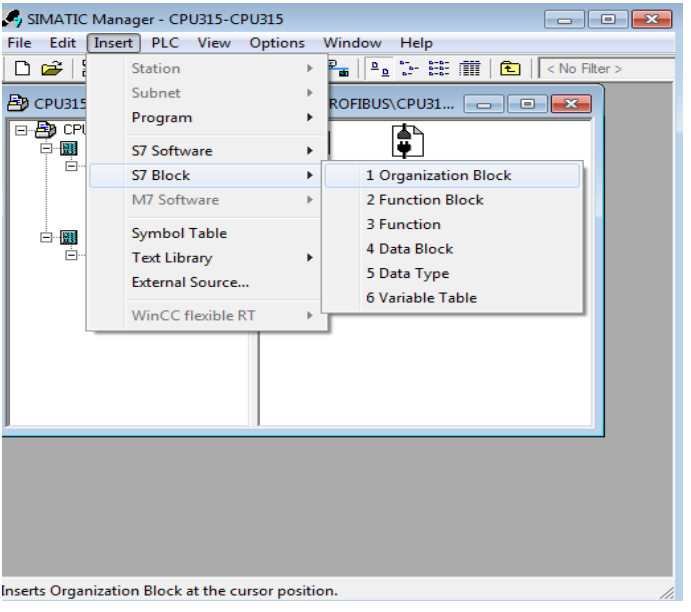
- Trong SIMATIC Manager, chọn folder Blocks tới trạm Master. Chèn 1 Organization Block mới: Master-> SIMATIC Manager-> Blocks-> Insert-> S7 Block-> Organization Block.

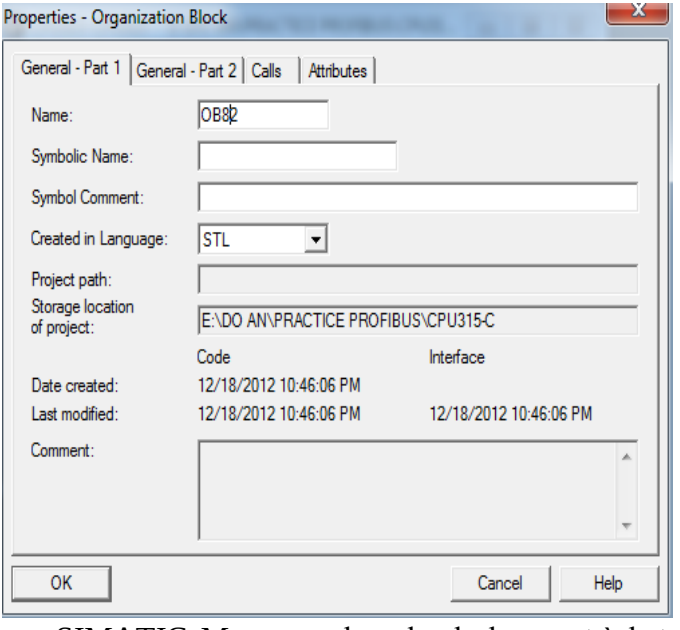



- Thay tên thành OB82 và nhấn OK: Name->OB82->OK.

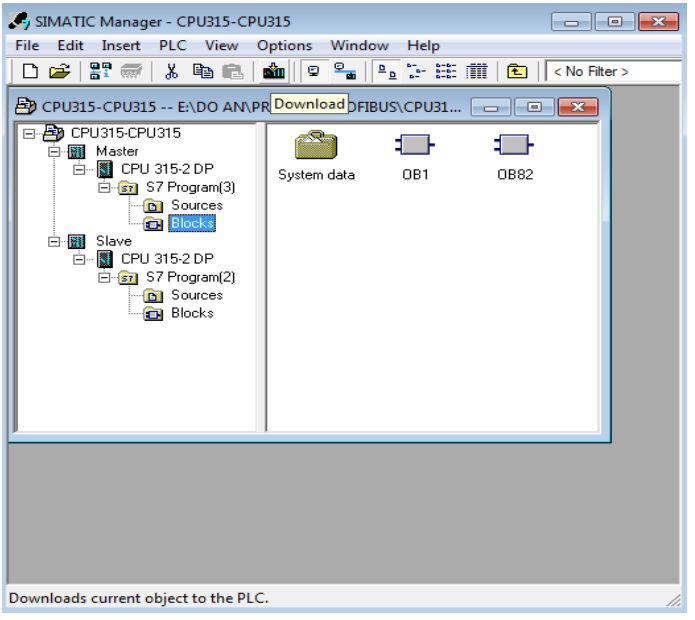



- Trong SIMATIC Manager, chọn folder Blocks tới trạm Slave. Chèn 1 Organization Block mới: Slave->SIMATIC Manager->Blocks->Insert->S7 Block->Organization Block.

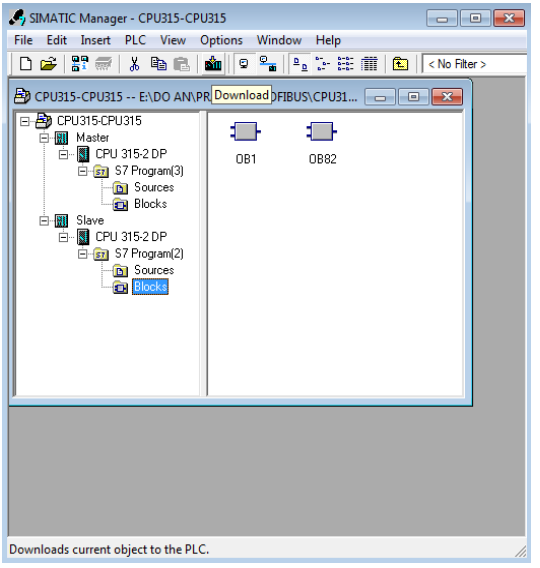





- Trong SIMATIC Manager, download chương trình trạm Mater vào PLC : CPU315-2DP->Master.




- Trong SIMATIC Manager, download chương trình trạm Slave vào PLC : CPU315-2DP->Slave.

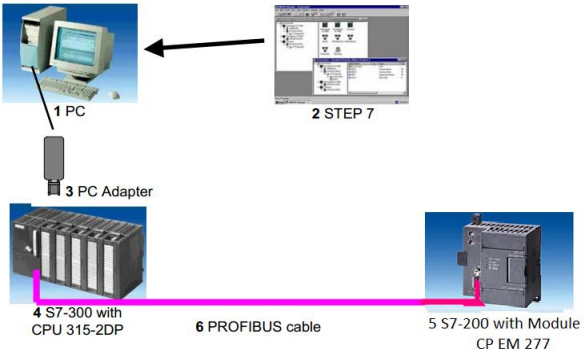



- Bây giờ bật nguồn Slave, sau đó bật tới Master, chương trình bắt đầu chạy.

### *5.2.2 PROFIBUS-DP với trạm chủ CPU 315-2DP, trạm tớ EM 277- S7 200*

Cũng giống như cấu hình mạng với DP Master: CPU 315-2DP, DP Slave: CPU 315-DP, cấu hình này cũng giúp cho việc tối ưu hóa xử lý dữ liệu. Với sơ đồ này vai trò của DP Master CPU 315-2DP và DP Slave EM277 là không thay đổi nghĩa là EM 277 không thể là DP Master được.

*a. Sơ đồ*




***Hình 5.12*** *Sơ đồ kết nối hệ thống mạng PROFIBUS-DP với trạm chủ CPU 315-2DP, trạm tớ EM 277- S7 200*

*b. Yêu cầu phần cứng và phần mềm:*

- PC, hệ điều hành từ Windows 95/98/2000/ME/NT4.0 trở lên với cấu hình phần cứng để đảm bảo hệ thống đạt hiệu quả:
  - Tối thiểu: Tốc độ xử lý CPU 133 MHz, dung lượng RAM 64 MB, ổ cứng trống 65 MB.
  - Tối ưu: Tốc độ xử lý CPU 500 MHz và dung lượng RAM 128MB, ổ cứng trống 65 MB.
- Phần mềm SIMATIC MANAGER STEP7 V5.x
- Cáp truyền thông giữa PC và PLC theo chuẩn MPI và PC Adapter.
- PLC SIMATIC S7-300 với CPU315-2DP làm DP Master, tối thiểu phải có module nguồn, module tín hiệu như sau:
  - Nguồn: PS307-2A.
  - CPU: 3152-2DP (6E S7 316-2AF03-0AB0).
  - Module tín hiệu đầu vào số: SM321- DI32*DC24.
  - Module tính hiệu đầu ra số: SM322- DO32*DC24/0,5A.
- Module truyền thông EM277 và trạm PLC S7200 làm DP Slave
- Cáp PROFIBUS

*c. Thiết lập địa chỉ truyền thông:*

Trong việc thiết lập mạng truyền thông, việc chọn địa chỉ truyền thông cho các trạm là vô cùng quan trọng, nó quyết định tới địa chỉ và dung lượng dữ liệu truyền nhận. Ở đây ta lựa chọn như sau:

- Đối với trạm chủ S7-300

  IB 0: BYTE đầu vào.

  IB 0: BYTE truyền thông đầu vào.

  QB4: BYTE thực hiện hiển thị sau truyền thông.

  QB 0: BYTE truyền thông đầu ra.
- Đối với trạm tớ S7-200

  IB 0: BYTE đầu vào.

  VB 0: BYTE truyền thông đầu vào.

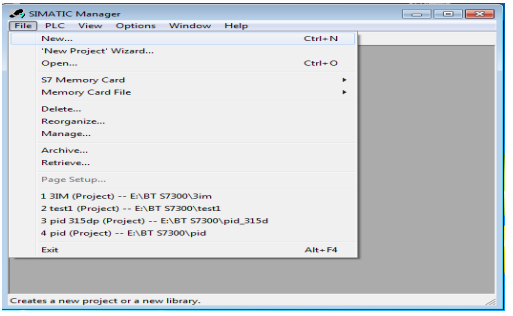
  QB 0: BYTE thực hiện hiển thị sau truyền thông.

  VB 2: BYTE truyền thông đầu ra.

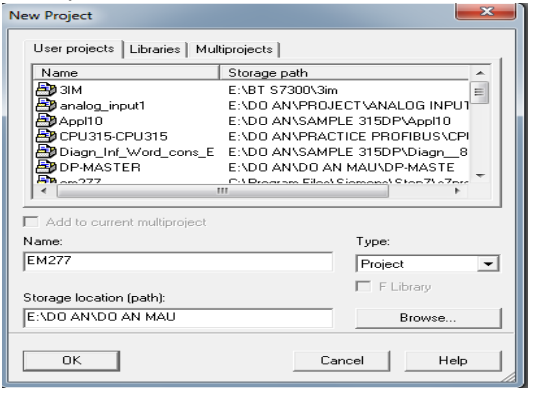
*d. Sau khi đã lựa chọn được địa chỉ truyền thông, ta tiến hành cấu hình phần cứng mạng trên phần mềm như sau:*

- Mở phần mềm Step 7 bằng cách kích đúp lên biểu tượng (**Simatic Manager Step 7)**

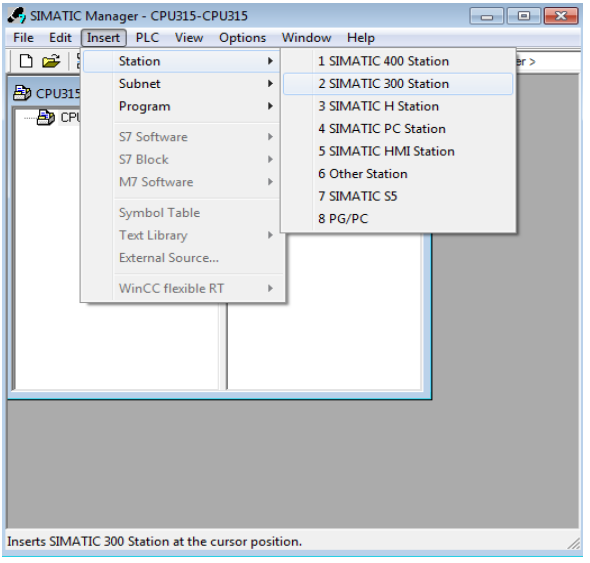
- Tạo project mới: File->New.



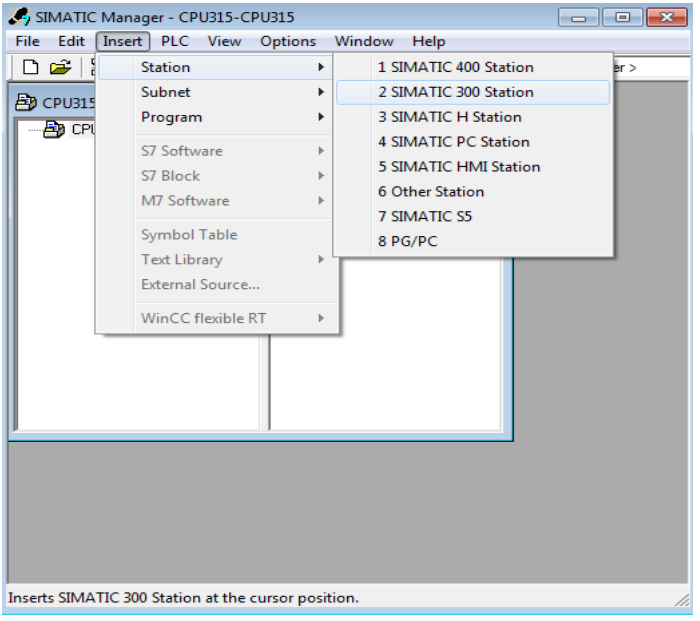

- Đặt tên cho dự án EM277.



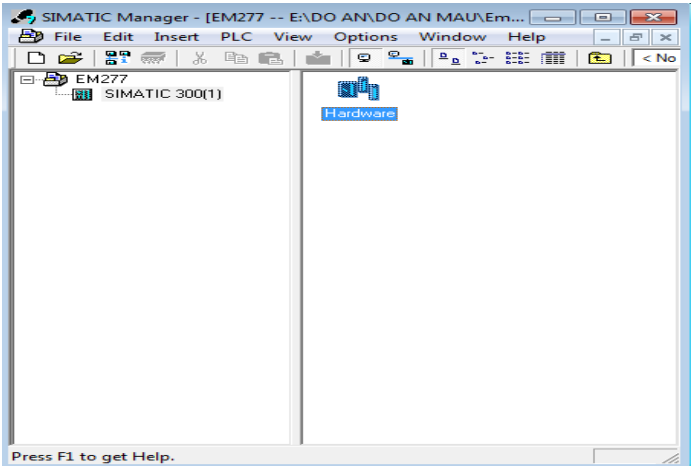

- Thêm PROFIBUS Subnet : CPU315-CPU315 ->Insert ->Subnet ->Profibus.



- Chèn thêm trạm SIMATIC S7 300: Insert -> Station ->SIMATIC 300-Station.

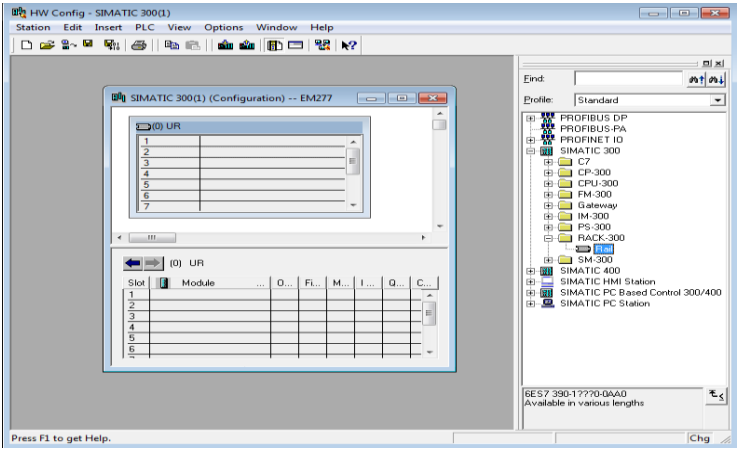



- Cấu hình cho trạm SIMATIC 300(1) bằng cách kích đúp vào Hardware.




- Sau khi mở danh mục phần cứng ta thấy PROFIBUS-DP, SIMATIC 300, SIMATIC 400 và SIMATIC PC Based Control, tất cả các module dùng cho cấu hình phần cứng được tạo sẵn.

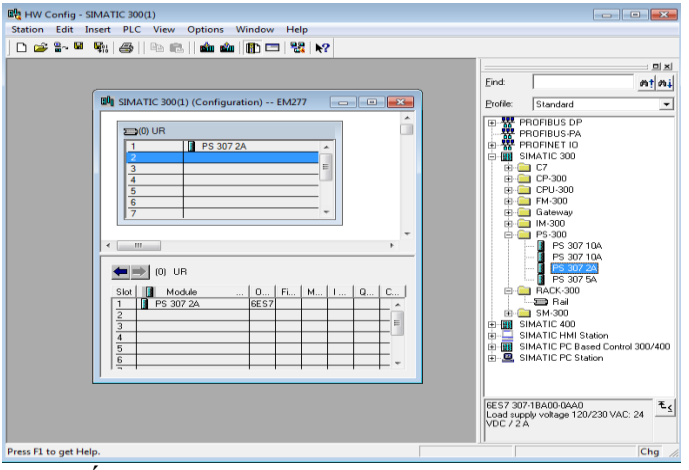
Chèn một Ray (RAIL) bằng cách click chuột: SIMATIC 300 ->RACK-300 ->RAIL.



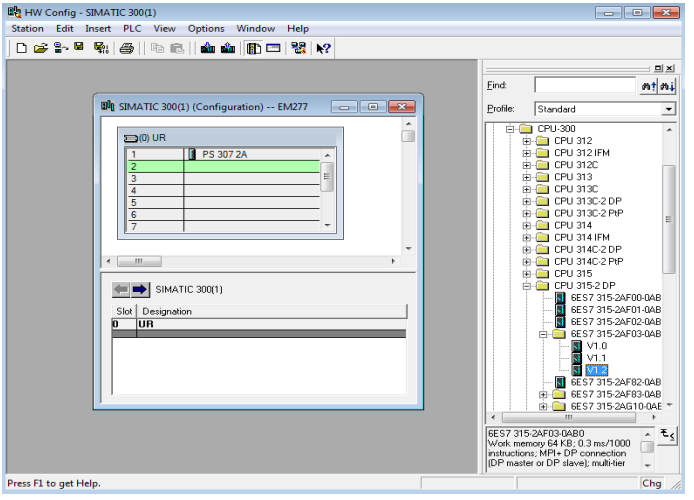

Ngay sau đó một bảng dành cho cấu hình RACK 0 sẽ xuất hiện tự động.

- Bây giờ tất cả các modules được chọn ra từ danh mục phần cứng sẽ được thêm vào bảng cấu hình hay còn gọi là RACK.

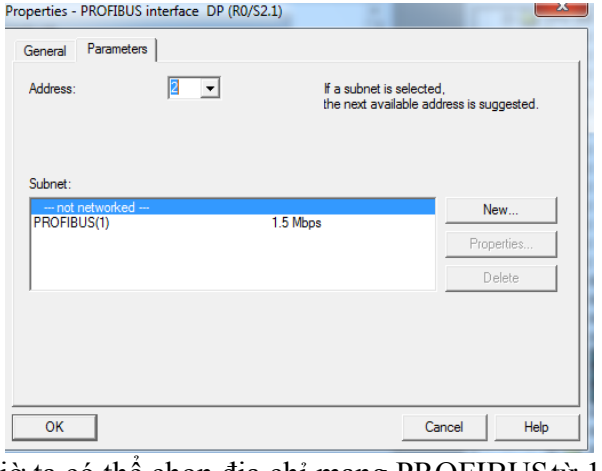
Để chèn, ta click vào tên của module mong muốn, giữ chuột, kéo và thả module vào đúng dòng trong bảng cấu hình. Chúng ta sẽ bắt đầu với nguồn cung cấp PS 307-2 A: SIMATIC 300 ->PS-300->307 2A.




- Bước tiếp theo chúng ta kéo CPU 315-2DP vào dòng thứ 2 trong RACK: SIMATIC 300 ->CPU-300 ->CPU315-2DP-> 6ES7 315-2AF03-0AB0 ->V 1.2.



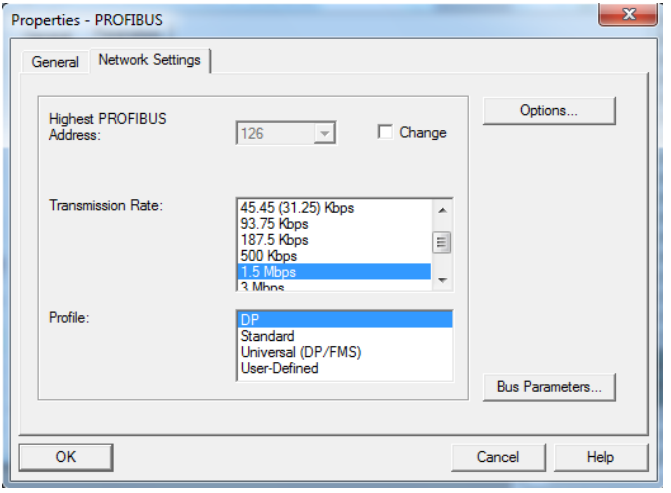

- Sau đó cửa sổ dưới đây sẽ xuất hiện, ta gán địa chỉ PROFIBUS cho CPU 315-2DP. Khi muốn thay đổi thông số của mạng PROFIBUS, ta click Properties.




- Bây giờ ta có thể chọn địa chỉ mạng PROFIBUS từ 1 đến 126, tốc độ truyền từ 9,5 Kbit/s đến 12 Mbit/s, và dạng PROFIBUS là DP, tốc độ truyền được lựa chọn ở đây phụ thuộc vào độ dài cable từ DP Master tới DP Slave. Mối quan hệ này được thể hiện trong Bảng 5.3.

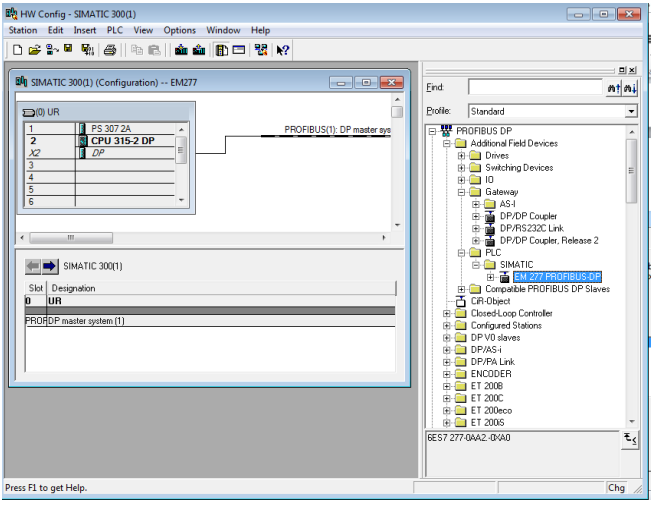
***Bảng 5.3*** *Mối quan hệ giữa tốc độ truyền và chiều dài cable.*

| Tốc độ (kbit/s) | 9,6 | 19,2 | 93,75 | 187,5 | 500 | 1500 | 12000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Chiều dài | *1200 m* | *1200 m* | *1200 m* | *1000 m* | *400 m* | *200 m* | *100 m* |

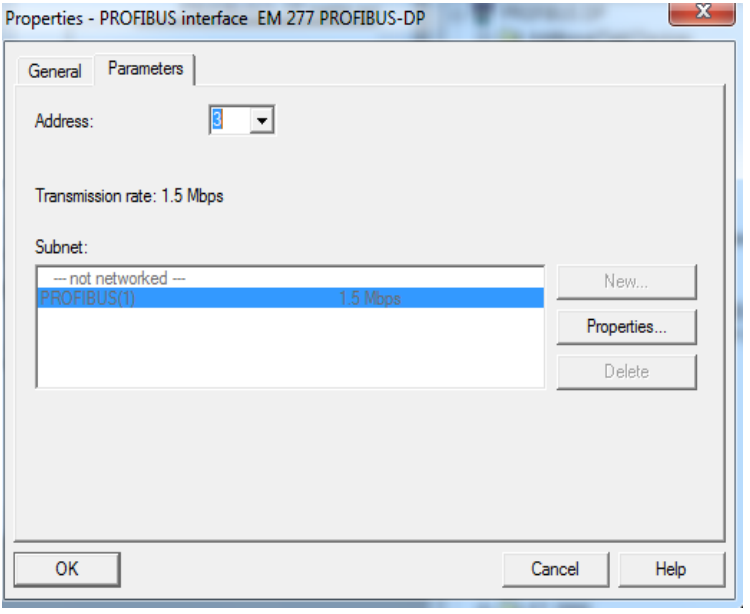



- Sau đó một thanh **Master system** hiện ra bên phải của CPU 315-2DP, và ta có thể sắp xếp mạng PROFIBUS trên nó bằng cách click vào module mong muốn (ở đây là module EM277) từ danh mục phần cứng trong đường dẫn PROFIBUS-DP. Bằng cách kéo thả với chuột, nó sẽ được thả vào thanh **Master system:** PROFIBUS-DP->Additional Field Devices->PLC->SIMATIC->EM277 PROFIBUS-DP.

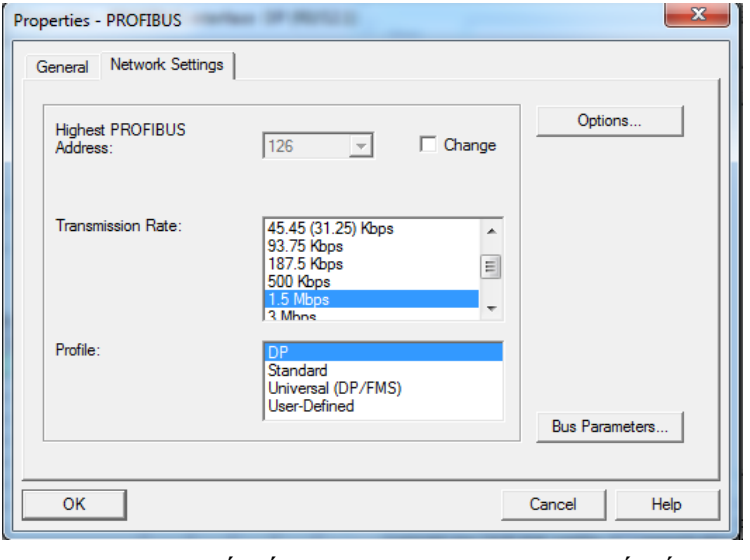
Trường hợp ta không tìm thấy EM277 theo đường dẫn trên thì ta phải chèn thêm file GSD của nó vào.



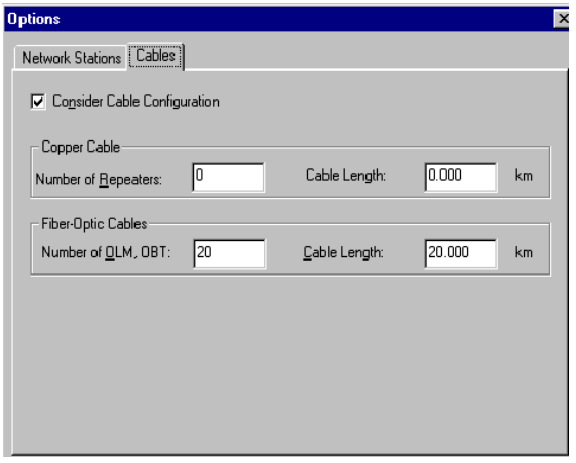

- Bảng thuộc tính sau sẽ hiện lên để ta chọn địa chỉ cho EM277 (ở đây ta chọn địa chỉ là 3). Mạng con sử dụng là PROFIBUS.



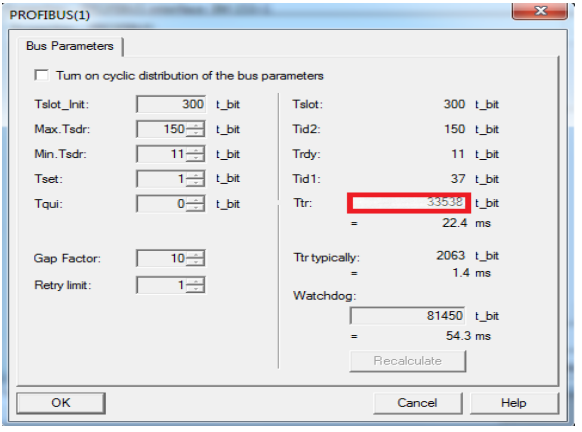

*e. Cài đặt thuộc tính*: trong hộp thoại Properties-PROFIBUS, chúng ta đặt địa chỉ trạm lớn nhất, tốc độ truyền và profile mạng.




*f. Nhập thông số cấu hình cable:* các thông số cấu hình cable như số trạm repeater, độ dài cable) trong tab cable.




*g. Kiểm tra thông số Bus:* Dựa vào các danh mục được đưa ra trên hộp thoại Bus parameter, chúng ta có thể kiểm tra khoảng thời gian $T_{Slot-Init}$ (slot time) có phù hợp với cấu hình mạng truyền thông đó hay không.



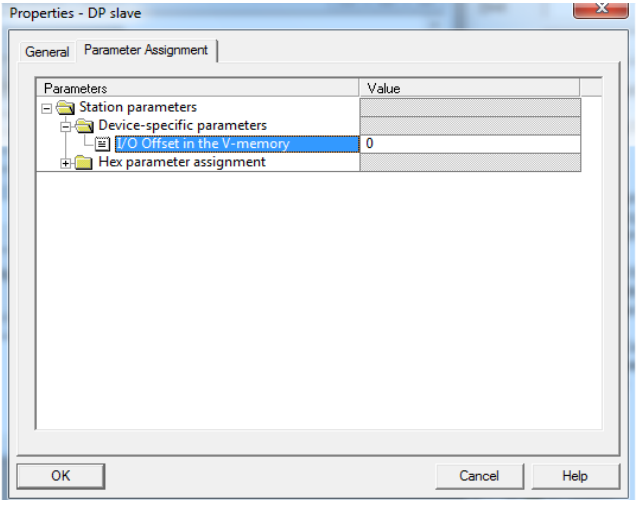

- Tính toán $T_{Slot-Init}$ theo công thức sau:

$T_{Slot-Init}$= a + (b* length FOC) + ( c* number OLM).

Length FOC: tổng độ dài của cable quang, độ dài này được tính bằng km.
Number OLM: số module liên kết quang trong mạng.

Các số hạng a, b, c phụ thuộc vào tốc độ truyền và các thông số ở Bảng 5.2. Sau khi đã tính toán được $T_{Slot-Init}$ ta nhập giá trị vào rồi click Recalculate, kết quả $T_{tr}$(thời gian để thực hiện xong 1 vòng hỏi tuần tự) sẽ được tính ra. Như vậy là ta đã hoàn thành việc cấu hình chi

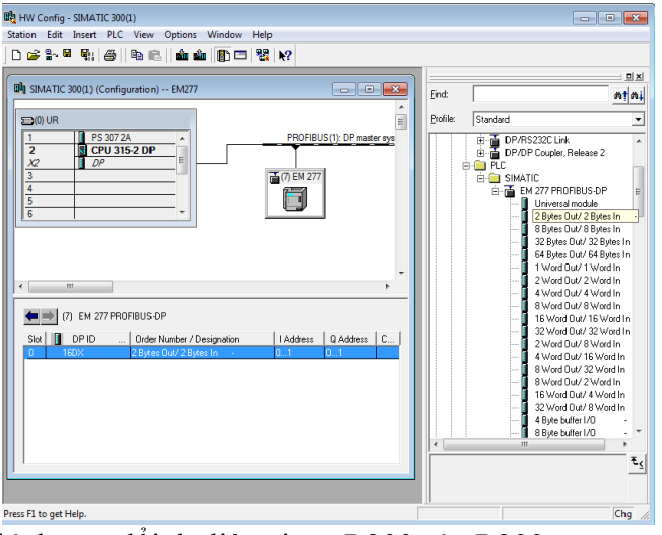
tiết thông số mạng. Cài đặt cấu hình cho EM277 bằng cách click đúp chuột vào EM277, chọn tab Parameter Assignment, chọn Device-specific parameters để đặt I/O Offset (ở đây ta chọn địa chỉ offset là 0, có nghĩa là địa chỉ bắt đầu truyền nhận dữ liệu là Ix0, QxO).



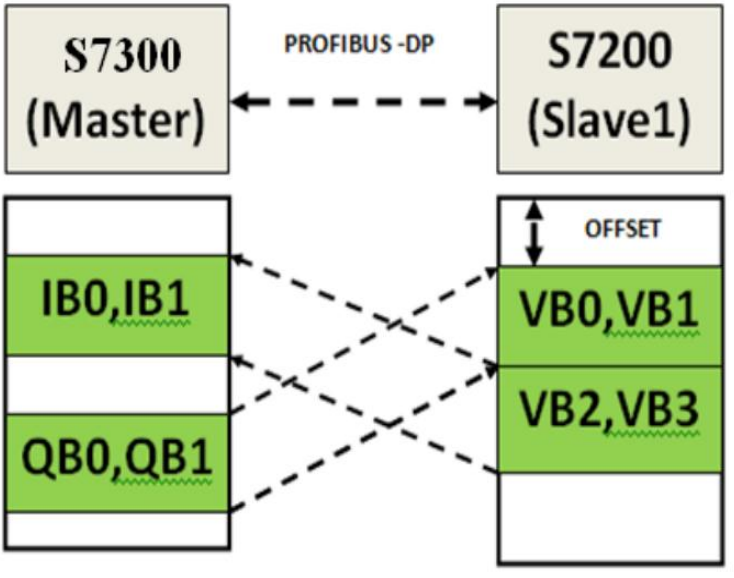

• Khai báo vùng nhớ truyền nhận tại Master cho Slave. Ở đây chọn số byte truyền nhận là 2 byte, địa chỉ bắt đầu của vùng truyền và vùng nhận:

*h. Trên Master là IB0, IB1, QB0, QB1 (ta có thể lựa chọn vùng nhớ I và Q khác).*

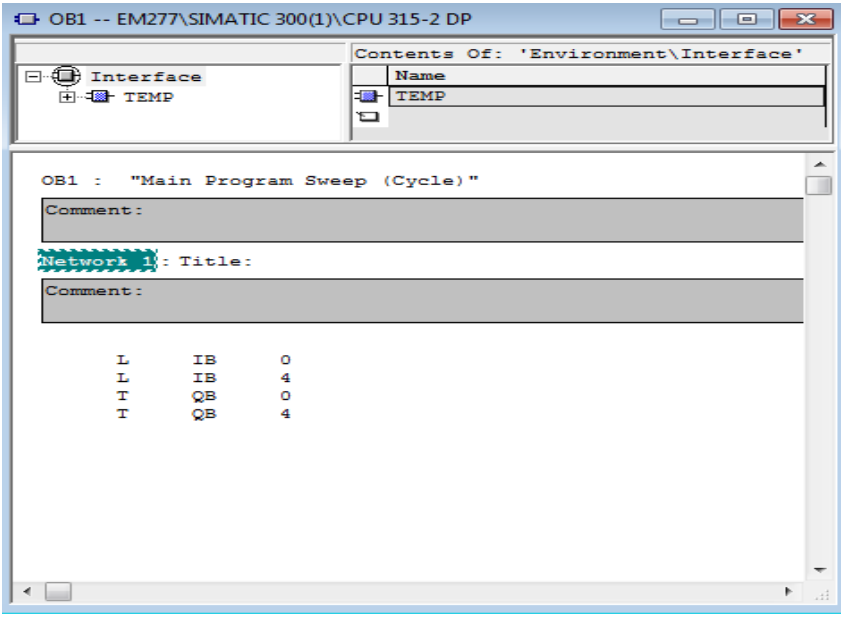
*i. Trên Slave là VB0, VB1, VB2, VB3.*



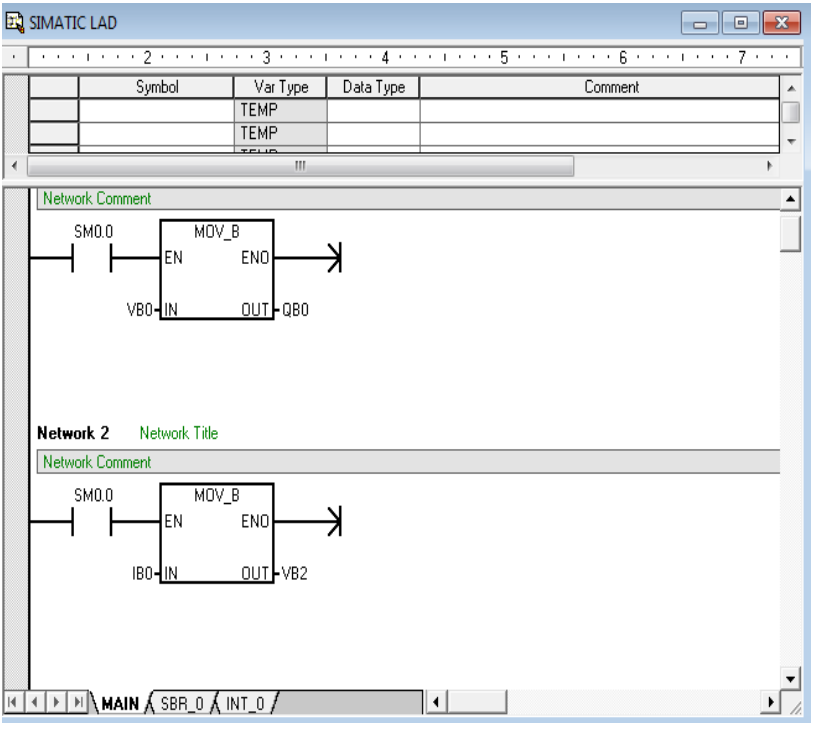

- Mô hình trao đổi dữ liệu giữa s7 300 và s7 200:




- Chương trình trên Master:




- Chương trình trên Slave:

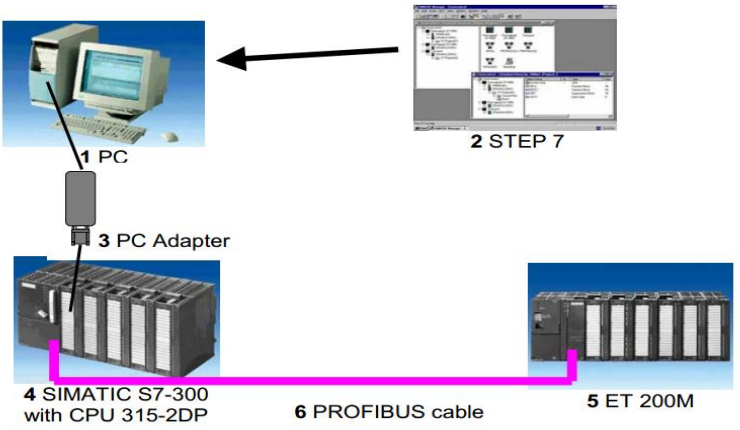



- Biên dịch, download và chạy chương trình.

### *5.2.3 PROFIBUS-DP với trạm chủ CPU 315-2DP, trạm tớ ET 200M*

Trong công nghiệp có hai cấu trúc điều khiển là điều khiển tập trung là điều khiển phân tán. Cấu trúc tập trung được thể hiện ở khía cạnh một dây truyền sản xuất thường được chia thành nhiều phân đoạn khác nhau, mỗi phân đoạn được điều khiển bằng một hoặc nhiều thiết bị cục bộ (có thể là các module ET 200). Các thiết bị cục bộ này được đặt rải rác tại các phòng điều khiển của từng phân đoạn, phân xưởng, ở vị trí không xa với quá trình kĩ thuật. Ở đây các module phân tán (ET 200 m), bộ điều khiển trung tâm (CPU 315-2DP) được liên kết với nhau theo chuẩn Profibus-DP, các module này có nhiệm vụ thu thập các tín hiệu đo lường, sử dụng hệ thống Bus trường với kỹ thuật truyền tin số để truyền số liệu lên cấp điều khiển giám sát và ngược lại, các module này đồng thời nhận các yêu cầu từ cấp điều khiển giám sát điều khiển trực tiếp đối tượng khi cần.

*a. Sơ đồ:*




***Hình 5.13.*** *Sơ đồ kết nối hệ thống mạng PROFIBUS-DP với trạm chủ CPU 315-2DP, trạm tớ ET 200M*

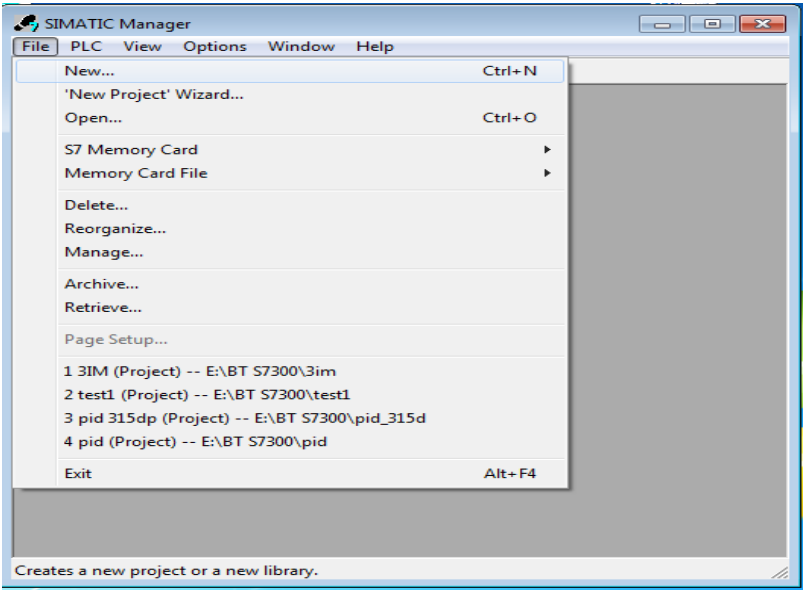
*b. Trong cấu hình mạng này hệ thống cần đảm bảo các yêu cầu sau:*

- PC, hệ điều hành từ Windows 95/98/2000/ME/NT4.0 trở lên với cấu hình phần cứng để đảm bảo hệ thống đạt hiệu quả:
  - Tối thiểu: Tốc độ xử lý CPU 133 MHz, dung lượng RAM 64 MB, ổ cứng trống 65 MB.
  - Tối ưu: Tốc độ xử lý CPU 500 MHz và dung lượng RAM 128 MB, ổ cứng trống 65 MB.
- Phần mềm SIMATIC MANAGER STEP7 V5.x
- Cáp truyền thông giữa PC và PLC theo chuẩn MPI và PC Adapter.
- PLC SIMATIC S7-300 với CPU315-2DP, tối thiểu phải có module nguồn, module tín hiệu như sau:
  - Nguồn: PS307-2A.
  - CPU: 3152-DP(6ES7 316-2AF03-0AB0).
  - Modul tín hiệu đầu vào số: SM321- DI32*DC24.
  - Module tính hiệu đầu ra số: SM322- DO32*DC24/0,5A.
- Trạm I/O phân tán ET 200 M với ít nhất 1 đầu vào số, 1 đầu ra số.
  - Nguồn: PS 307 2 A
  - Module giao diện mạng: IM 153-1.
  - Module đầu vào số: SM321- DI32*DC24.
  - Module đầu ra số: SM322- DO32*DC24/0,5A.

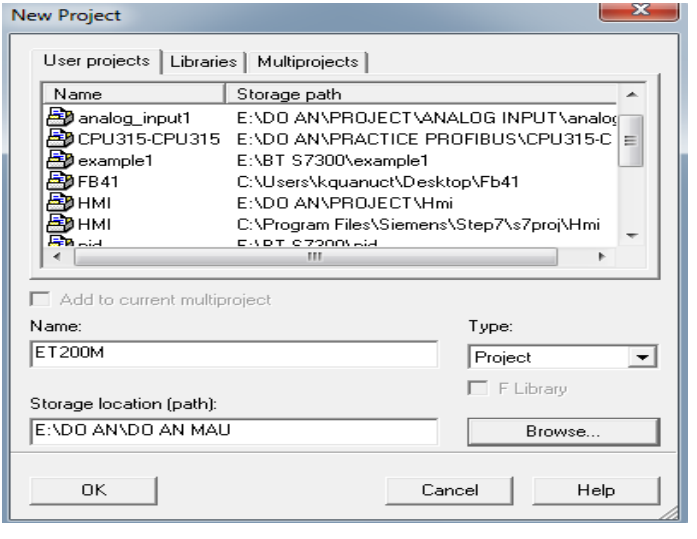
- Cáp PROFIBUS.

Việc cấu hình phần cứng mạng trên phần mềm được tiến hành như sau:

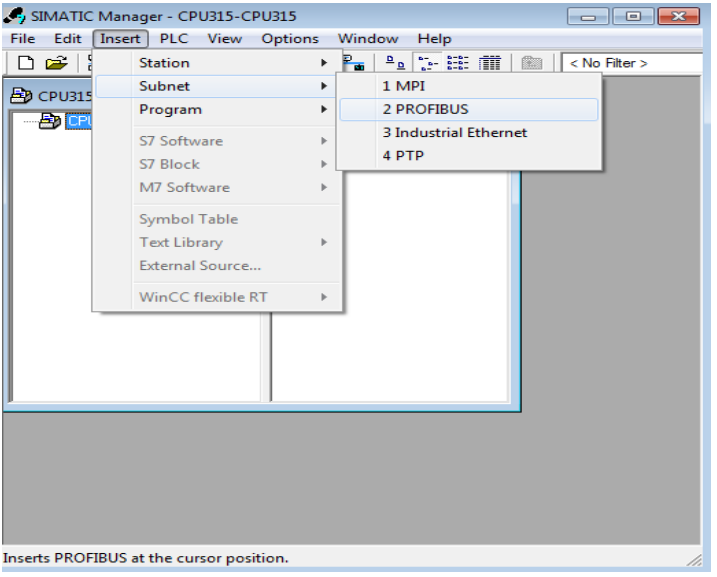
- Mở phần mềm Step 7 bằng cách kích đúp lên biểu tượng (**Simatic Manager Step 7**)
- Tạo project mới: File->New.



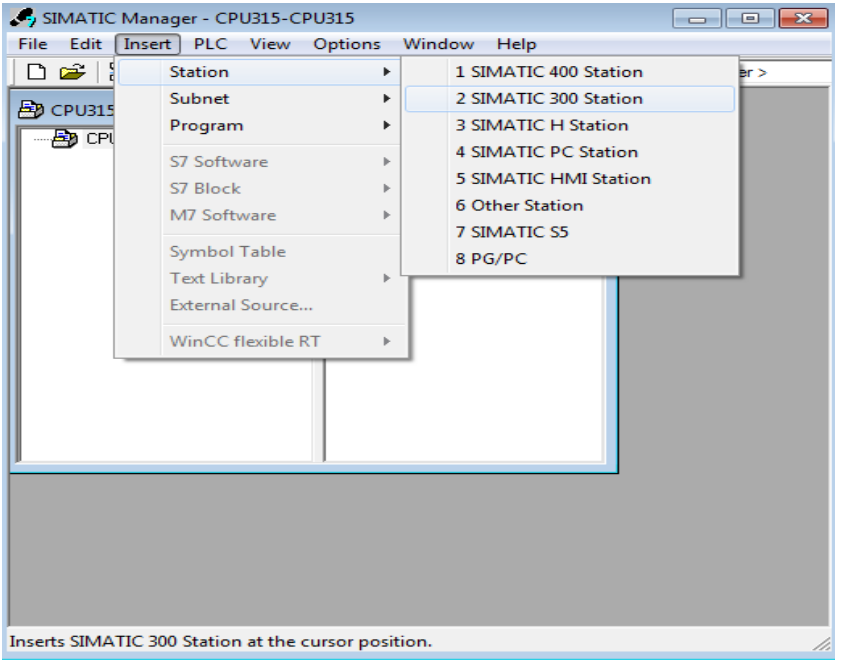

- Đặt tên cho dự án ET200M.



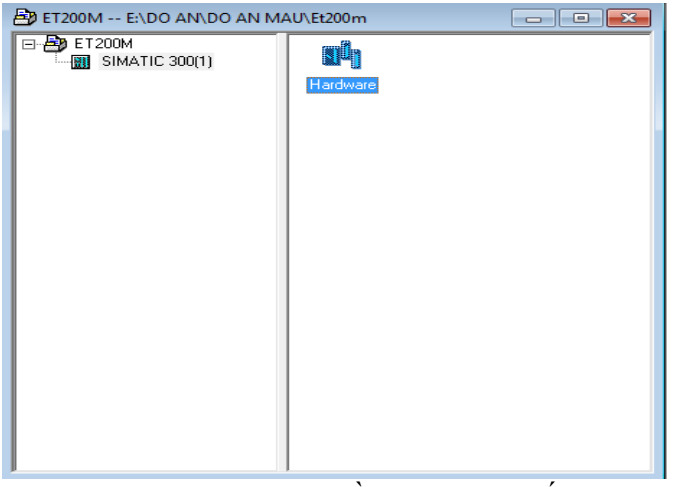
• Thêm PROFIBUS Subnet : CPU315-CPU315 ->Insert ->Subnet ->Profibus.




• Chèn thêm trạm SIMATIC S7 300: Insert -> Station ->SIMATIC 300-Station.

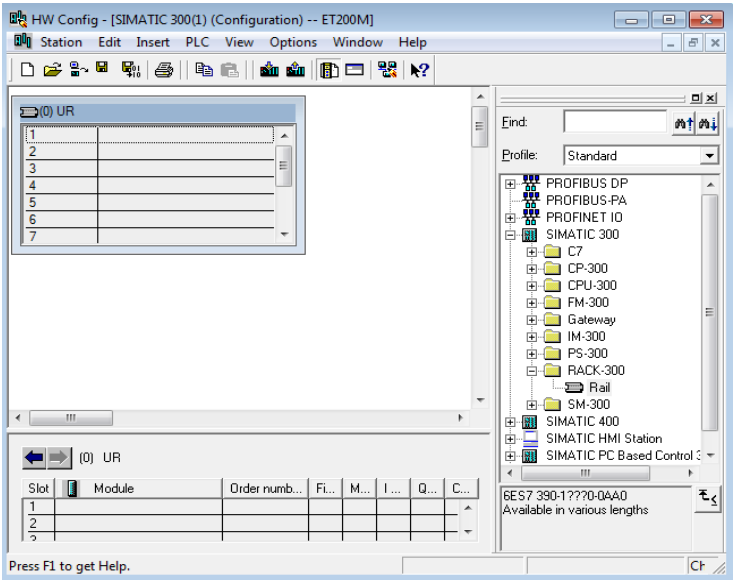


- Cấu hình cho trạm SIMATIC 300(1) bằng cách kích đúp vào Hardware.




- Sau khi mở danh mục phần cứng ta thấy PROFIBUS-DP, SIMATIC 300, SIMATIC 400 và SIMATIC PC Based Control, tất cả các module dùng cho cấu hình phần cứng được tạo sẵn.

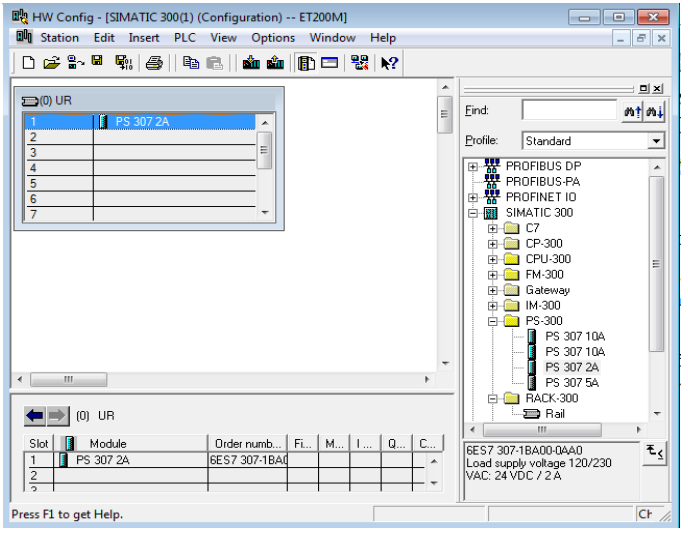
Chèn một Ray (RAIL) bằng cách click chuột: SIMATIC 300 ->RACK-300 ->RAIL.



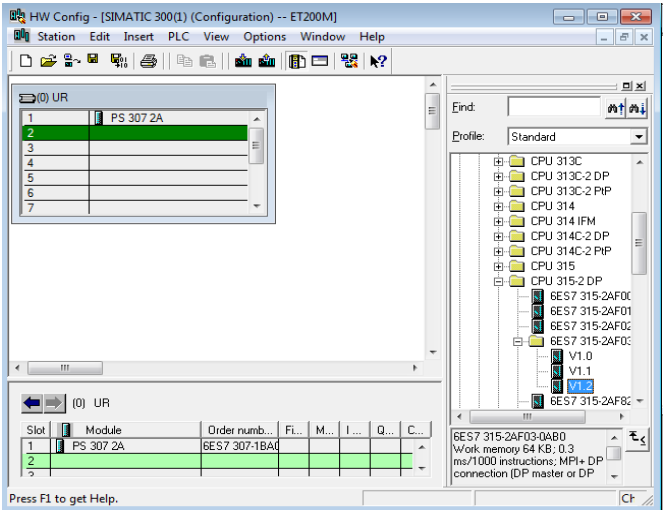

Ngay sau đó một bảng dành cho cấu hình RACK 0 sẽ xuất hiện tự động.

Bây giờ tất cả các modules được chọn ra từ danh mục phần cứng sẽ được them vào bảng cấu hình hay còn gọi là RACK.

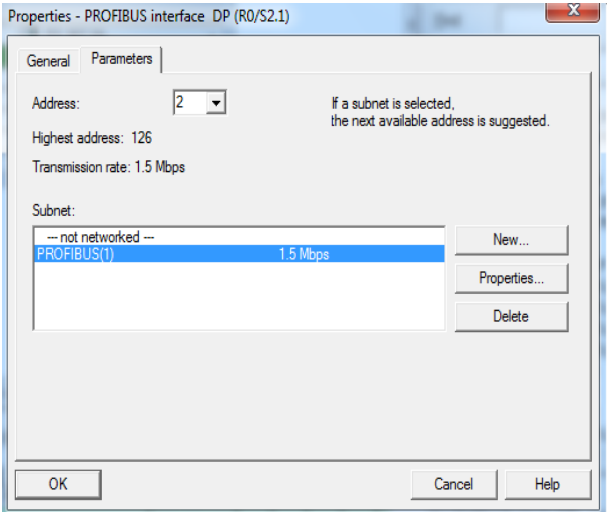
Để chèn, ta click vào tên của module mong muốn, giữ chuột, kéo và thả module vào đúng dòng trong bảng cấu hình. Chúng ta sẽ bắt đầu với nguồn cung cấp PS 307-2 A: SIMATIC 300 ->PS-300->307 2A.




- Bước tiếp theo chúng ta kéo CPU 315-2DP vào dòng thứ 2 trong RACK: SIMATIC 300 ->CPU-300 ->CPU315-2DP-> 6ES7 315-2AF03-0AB0 ->V 1.2.

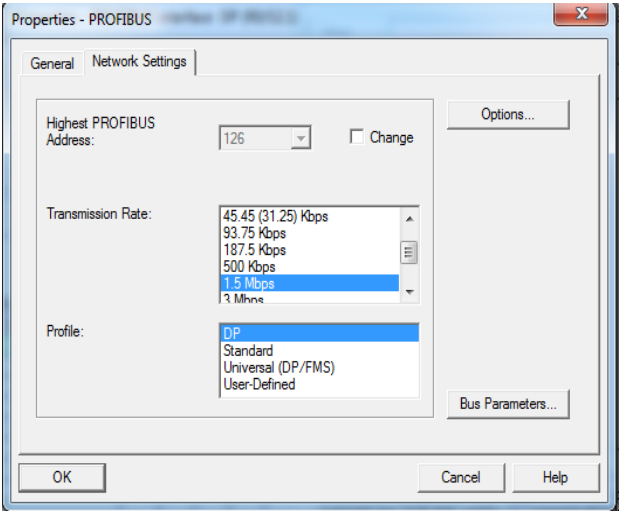


• Sau đó cửa sổ dưới đây sẽ xuất hiện, ta gán địa chỉ PROFIBUS cho CPU 315-2DP. Khi muốn thay đổi thông số của mạng PROFIBUS, ta click Properties.

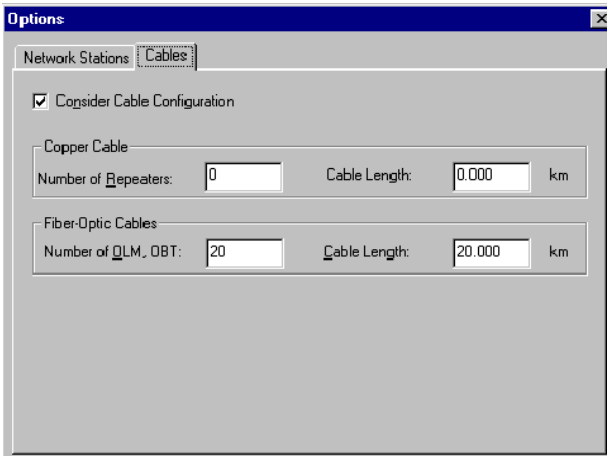



• Bây giờ ta cấu hình chi tiết thông số mạng.

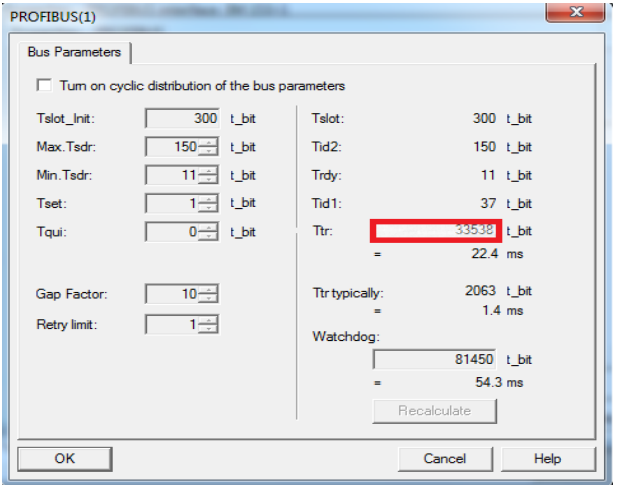
*c. Cài đặt thuộc tính*: trong hộp thoại Properties-PROFIBUS, chúng ta đặt địa chỉ trạm lớn nhất, tốc độ truyền và profile mạng.




*d. Nhập thông số cấu hình cable*: các thông số cấu hình cable (như số trạm repeater, độ dài cable) trong tab cable.




*e. Kiểm tra thông số Bus:* Dựa vào các danh mục được đưa ra trên hộp thoại bus parameter, chúng ta có thể kiểm tra khoảng thời gian $T_{Slot-Init}$ (slot time) có phù hợp với cấu hình mạng truyền thông đó hay không.




- Tính toán $T_{Slot-Init}$ theo công thức sau:

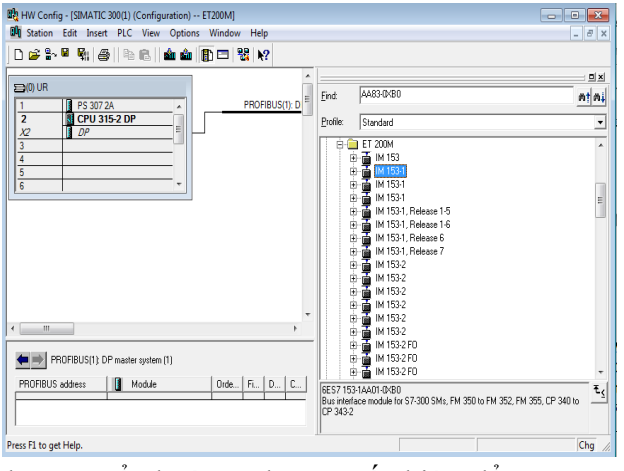
$$T_{Slot-Init} = a + (b^* \text{ length FOC}) + (c^* \text{ number OLM}).$$

Length FOC: tổng độ dài của cable quang, độ dài này được tính bằng km.
Number OLM: số module liên kết quang trong mạng.

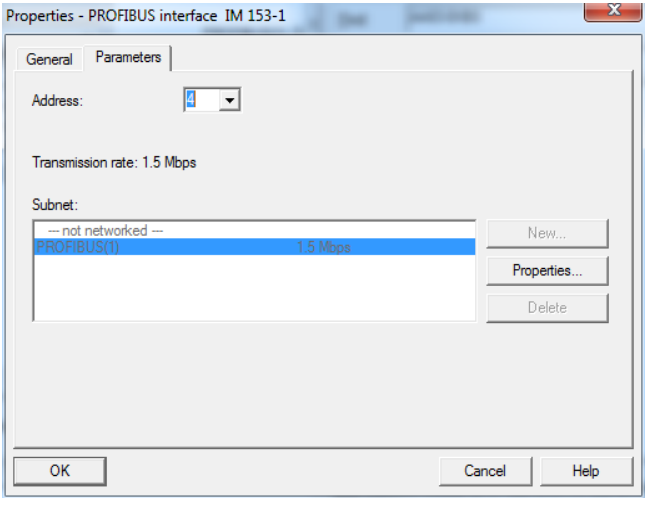
Các số hạng a, b, c phụ thuộc vào tốc độ truyền và các thông số ở *Bảng 5.2*. Sau khi đã tính toán được $T_{Slot-Init}$ ta nhập giá trị vào rồi click Recalculate, kết quả $T_{tr}$(thời gian để thực hiện xong 1 vòng hỏi

tuần tự) sẽ được tính ra. Như vậy là ta đã hoàn thành việc cấu hình chi tiết thông số mạng.

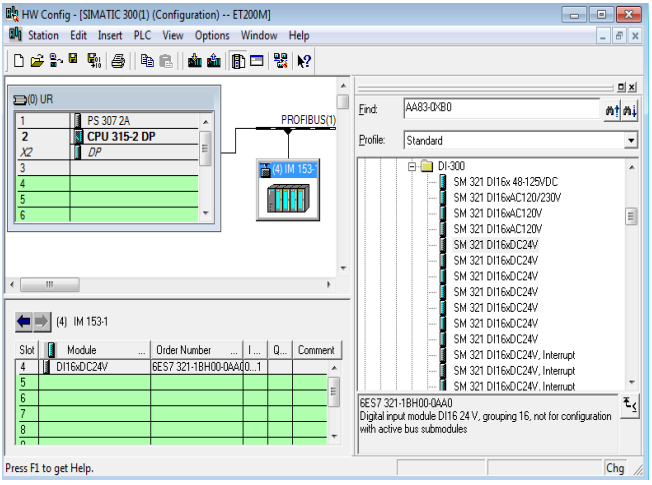
- Sau đó một thanh **Master system** hiện ra bên phải của CPU 315- 2DP và ta có thể sắp xếp mạng PROFIBUS trên nó bằng cách click vào module mong muốn (ở đây là IM 153-1, là một module giao diện mạng ET 200M) từ danh mục phần cứng trong đường dẫn PROFIBUS-DP. Bằng cách kéo thả với chuột, nó sẽ được thả vào thanh **Master system** ->PROFIBUS-DP -> ET 200 M->IM 153-1->6ES7 153-1AA83-0XB0).



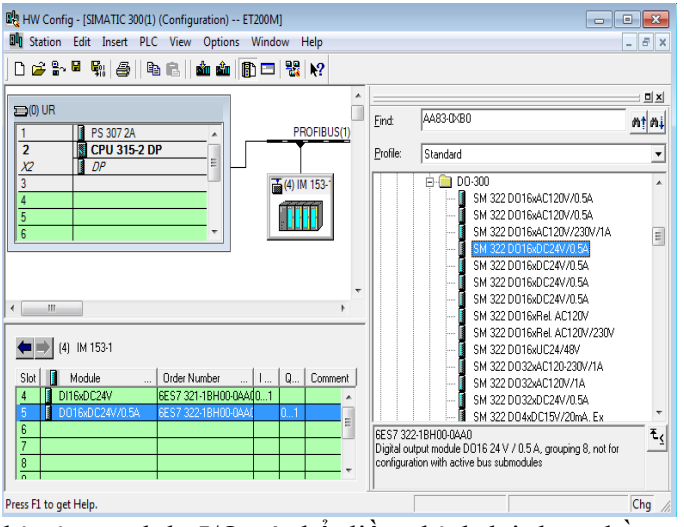

- Sau đó cửa sổ thuộc tính sẽ xuất hiện để ta gán địa chỉ trạm PROFIBUS cho trạm tớ. Địa chỉ này phải được đồng nhất với địa chỉ mà ta tạo bằng núm xoay trên IM 153-1: 4->OK.



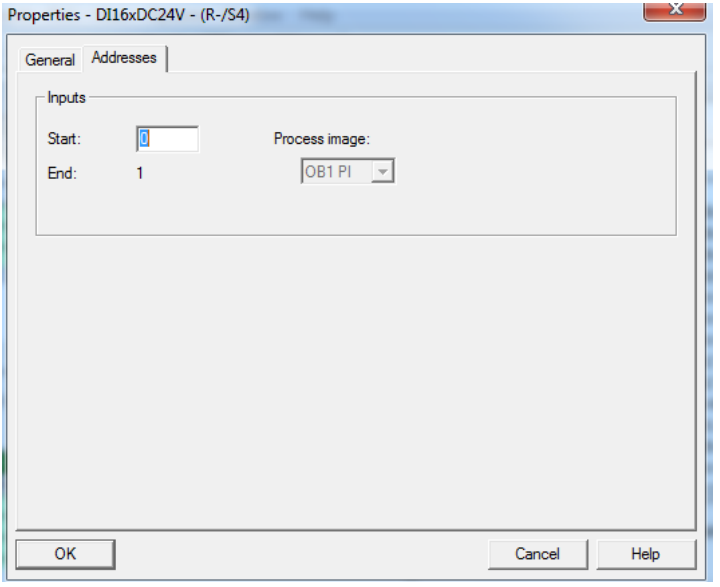
- Trong bước tiếp theo ta sẽ thêm module 16 đầu vào ở vị trí thứ 4 trên RACK: PROFIBUS-DP->ET 200M->IM 153-1->DI-300->SM 321 DI 16*DC24V.



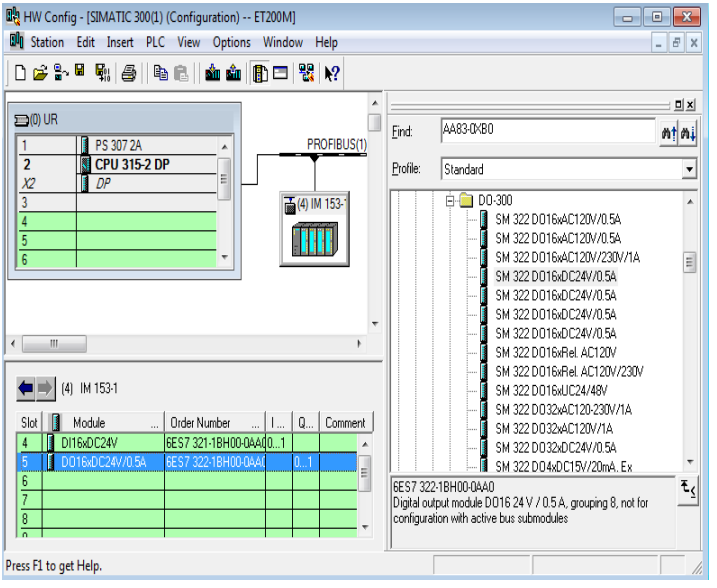

- Tiếp theo ta sẽ thêm module 16 đầu ra ở vị trí thứ 5 của RACK: PROFIBUS-DP->ET 200M->IM 153-1->DO-300->SM 322 DO16*24 V/0,5 A.



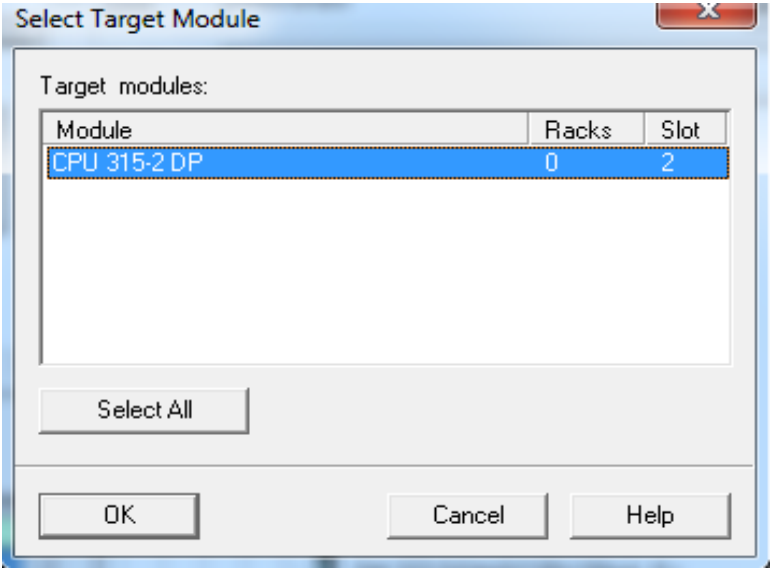

- Địa chỉ của module I/O có thể điều chỉnh lại được bằng cách click trực tiếp vào các module tương ứng trong ET 200 M và điều chỉnh trên tab Address



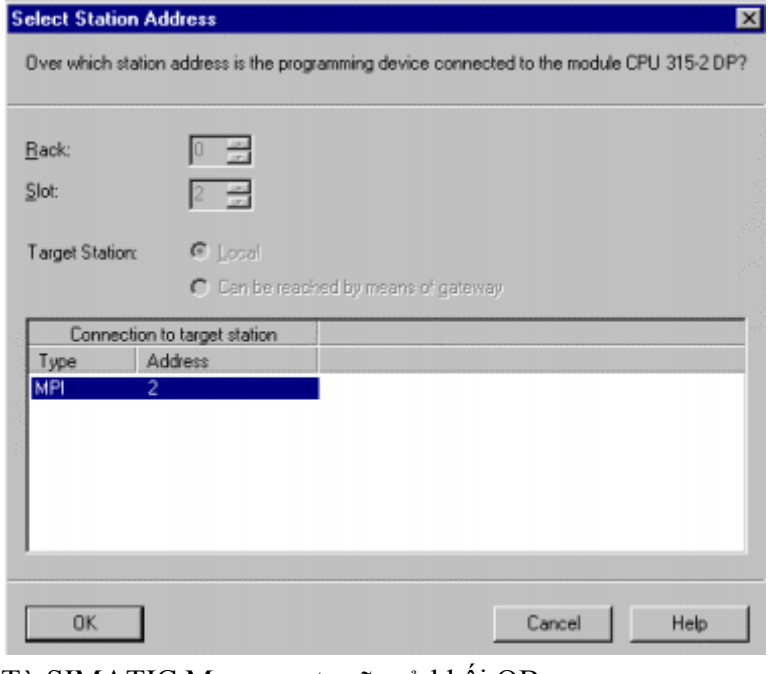

- Bảng cấu hình đầu tiên nên được lưu và biên dịch với một click vào . Sau đó cấu hình phần cứng sẽ được download vào PLC với. Chế độ của CPU phải đặt ở chế độ STOP: .



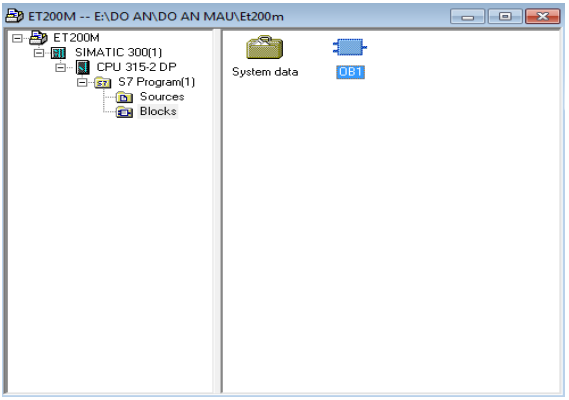
- Chọn đích đến cho việc download là CPU 315-2DP.



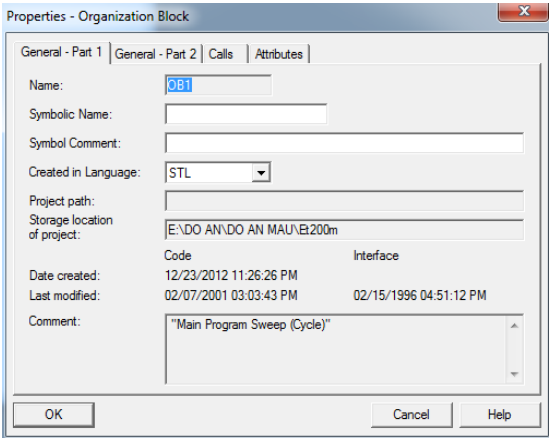

- Địa chỉ của CPU trong mạng MPI được chọn và chấp nhận kết nối.



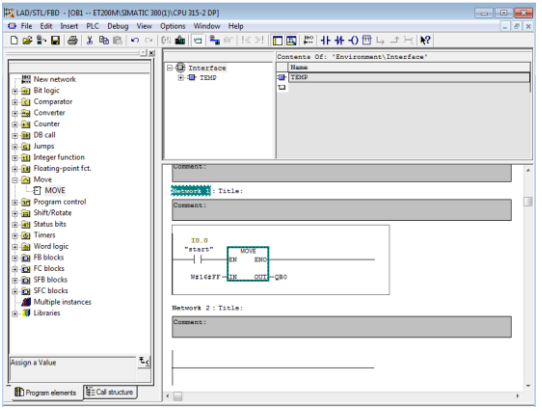

- Từ SIMATIC Manager, ta sẽ mở khối OB.




- Lựa chọn thuộc tính cho khối OB1và chấp nhận với OK.




- Chương trình:

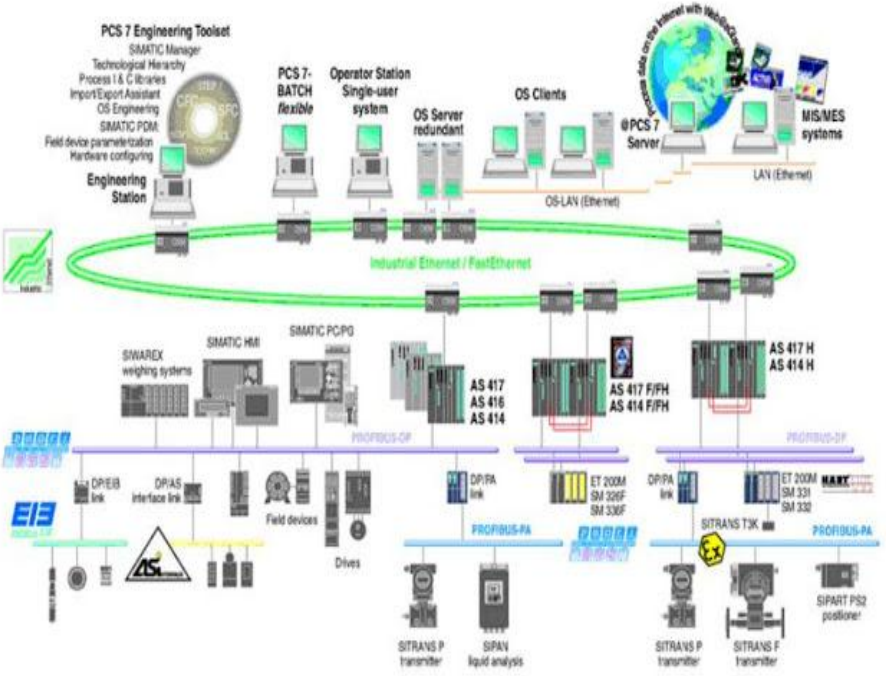


- Thực hiện biên dịch, download và chạy chương trình.

# Chương 6
# THIẾT KẾ MẠNG TRUYỀN THÔNG CÔNG NGHIỆP DỰA TRÊN PCS 7

## 6.1 Tổng quan về hệ thống PCS7

PCS 7 là giải pháptự động hóa tích hợp tổng thể cho hệ thống điều khiển quá trình.




***Hình 6.1*** *Hệ thống PCS 7*

SIMATIC PCS 7 là hệ thống điều khiển quá trình của SIEMENS. Nó là kết quả của quá trình phát triển và tích hợp hệ thống từ kinh nghiệm của những hệ thống trước đó như TELEPERM M, SIMATIC S7, SIMATIC S5. PCS 7 được phát triển dựa trên cơ sở các sản phẩm trong họ SIMATIC.

SIMATIC PCS 7 là sự kết hợp các chức năng của hệ thống điều khiển quá trình với dòng sản phẩm SIMATIC, chúng được thiết kế làm việc cùng nhau như một mối quan hệ đồng nhất của hệ thống. Điều đó đưa đến những lợi thế sau:

• Khi các thành phần làm việc trong một sự kết hợp, chúng cùng làm việc theo một cách thống nhất và phù hợp với tính năng của dòng sản phẩm SIMATIC.

• SIMATIC PCS 7 cung cấp những hỗ trợ tốt nhất có thể có cho việc cấu hình hệ thống cho các nhiệm vụ tự động hoá quá trình.

Những tính năng đặc biệt của hệ thống PCS 7:

• Đồng bộ hoá thời gian.

• Kiểm tra hoạt động và chẩn đoán tất cả các thành phần của hệ thống.

• Chiến thuật khởi động và khởi động lại toàn bộ hệ thống hay chỉ riêng các thành phần độc lập.

• Có khả năng dự phòng cho tất cả các thành phần.

• Các hệ thống báo cáo, ghi chép và lưu trữ.

• Quản lý truy cập thông qua việc quản trị người dùng.

• SIMATIC PCS 7 có thể sử dụng trong tất cả các phạm vi điều khiển quá trình.

• Chỉ cần nhập dữ liệu vào một lần.

• Khả năng bị lỗi ít.

• Tốn ít công sức và thời gian cho việc lập trình, sửa chữa, chạy thử và bảo trì hệ thống.

• Tính năng mở.

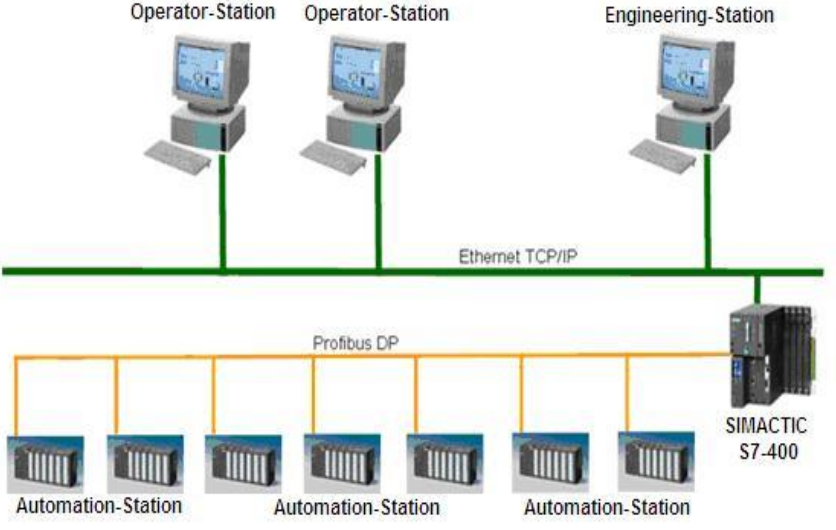
PCS 7 sử dụng các công nghệ phổ thông, chuẩn hoá quốc tế nên khả năng phối ghép với các hệ thống, thiết bị khác không bị hạn chế cả về bề rộng và chiều sâu.

Mạng truyền thông có thể lựa chọn các giao thức: Industrial Ethernet, Fast Industrial Ethernet, PROFIBUS, AS-i, HART.

PCS 7 cũng hỗ trợ và sử dụng các công nghệ giao diện phần mềm chuẩn như DDE-trao đổi dữ liệu động (Dynamic Data Exchange), OLE (Object Linking and Embedding), ActiveX, ODBC kết nối cơ sở dữ liệu mở rộng (Open DataBase Connection) và OPC (OLE for Process Control).

### *6.1.1 Cấu trúc hệ thống PCS 7*

Cấu trúc module hóa của Simatic PCS 7 dựa trên những thành phần phần cứng và phần mềm trong phạm vi của những chương trình SIMATIC. Điểm mấu chốt của hệ thống PCS 7 hiện nay là ứng dụng của mạng truyền thông sử dụng các giao thức công nghiệp, trong đó các thiết bị thực hiện giao thức, xử lý giao thức có thể được nối trong cùng một cấu trúc mạng hoặc trong cấu trúc mạng kết hợp và thực hiện các giao thức cùng loại hoặc kết hợp. Và tất nhiên sẽ có các thiết bị để thực hiện việc chuyển đổi giao thức đó. *Hình 6.2*, ví dụ về cấu hình SIMATIC PCS 7.



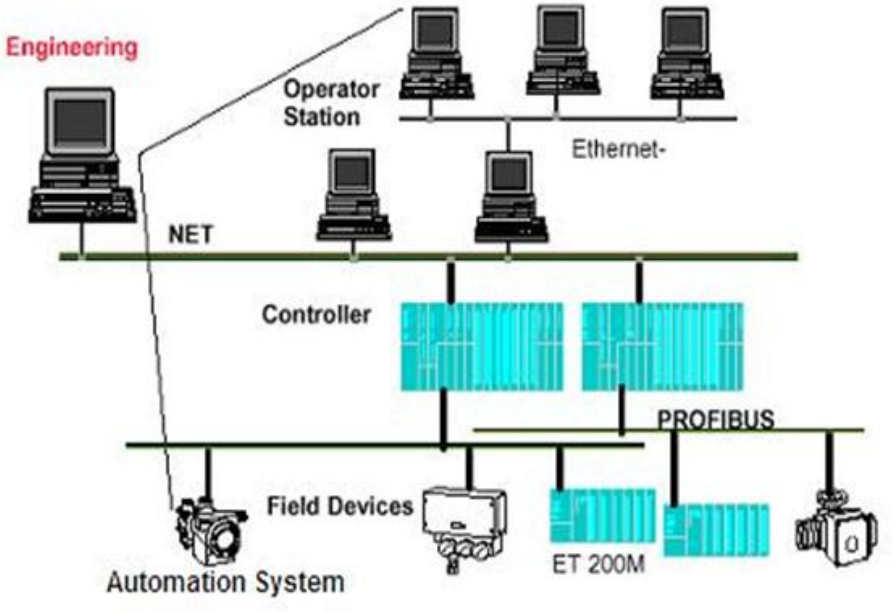

***Hình 6.2*** *Cấu trúc cơ bản của Hệ thống PCS 7*

ES (Engineering Station): Trạm kỹ thuật
OS (Operator Station): Trạm vận hành
AS (Automation Station): Trạm tự động hóa

### *6.1.2 Trạm thiết kế kỹ thuật (Engineering Station - ES)*

SIMATIC PCS 7 cung cấp các trạm kỹ thuật với nhiều công cụ để thiết lập cấu hình, lập trình điều khiển, chỉnh định xuyên suốt hệ thống điều khiển quá trình, hỗ trợ điều hành toàn bộ hệ thống, cả cấp điều khiển và cấp trường. Các trạm kỹ thuật rất linh động, nó thích hợp với tất cả quy mô hệ thống, từ các hệ thống nhỏ cho đến các hệ thống quy mô rất lớn.

Trạm này dùng với nhiều mục đích như: định nghĩa các kết nối trong hệ thống, thay đổi cấu hình cũng như phân vùng quản lý hệ thống… Khả năng can thiệp trong hệ PCS 7 của ES được mô tả trong Hình 6.3.




***Hình 6.3*** *Trạm thiết kế kỹ thuật*

Trạm thiết kế kỹ thuật PCS7 hỗ trợ các công cụ kỹ thuật mạnh mẽ. Với những phần mềm cần thiết trên hệ thống ES thuộc gói phần mềm SIMATIC PCS 7, người dùng có thể tạo cấu hình nhà máy một cách toàn diện.

### *6.1.3 Trạm vận hành (Operation System - OS)*

Chức năng chính của trạm vận hành (OS) là giám sát quá trình hoạt động và đưa ra các thao tác điều khiển cần thiết. Mỗi trạm vận hành thường được đặt ở từng công đoạn cụ thể trong dây chuyền sản xuất, thực hiện vận hành điều khiển một công đoạn nào đó.

Trạm vận hành là các máy tính PC với hệ điều hành Window và các gói phần mềm chuẩn tuỳ thuộc vào từng nhà cung cấp. Kết nối giữa các trạm vận hành và các PLC thông qua chuẩn Ethernet công nghiệp.

***Hình 6.4*** *Trạm vận hành trong PCS7*

### *6.1.4 Trạm điều khiển (Control System)*

Là các PLC trực tiếp tham gia điều khiển quá trình, phần mềm điều khiển được đưa từ trạm ES xuống. Việc thiết lập các thông số điều khiển, cài đặt cấu hình điều khiển được thực hiện bởi trạm ES.

Các PLC điều khiển quá trình có tích hợp khả năng truyền thông với cấp điều khiển giám sát là các trạm ES, OS, Server. PLC thực hiện các thao tác điều khiển xuống cấp trường thông qua PROFIBUS DP với các I/O vào ra phân tán và PROFIBUS PA.

***Hình 6.5*** *Trạm điều khiển trung tâm S7-400H*

Trạm điều khiển trung tâm trong một hệ PCS7 thường là các trạm SIMATIC S7-400. Trạm S7-400 cung cấp chức năng cơ bản cho hệ thống điều khiển quá trình, khả năng cấu hình, khả năng truyền thông, khả năng kết nối. Trạm điều khiển trung tâm có kết cấu mở với khả năng lập trình thông qua họ phần mềm SIMATIC Manager. Trạm thực hiện đưa lệnh điều khiển xuống cấp trường và thu thập thông tin truyền tải tới cấp điều khiển giám sát. Trạm điều khiển trung tâm được cấu hình là các PLC S7-400 được tích hợp với khả năng dự phòng tự động, phổ biến là các trạm S7-400H.

### *6.1.5 Giới thiệu các phần mềm thuộc gói phần mềm STEP 7*

Trước khi bắt đầu với phần mềm này chúng ta đi tổng quan về gói phần mềm STEP 7. Trong đó có các phần mềm sau:

- Configure SIMATIC Workspace.
- Converting S5 file.
- LAD, STL, FBD - Programming S7 Blocks.
- Memory Card Parameter Assignment.
- PID Control Parameter Assignment.
- S7 - GRAPH - Programming Sequential Control System.
- S7 - DIAG - Configurating Proccess Diagnotics.
- Setting the PG-PC Interface.
- TI 405 - S7 Converting TI File.
- TI 505 - S7 Converting TI File.
- NetPro - Configuring Networks.

*a. Configure SIMATIC Workspace*

Ở đây, bạn có thể cài đặt "SIMATIC STEP 7 Workstation" để chuẩn bị cho quá trình làm việc với các dự án của STEP 7 và các STEP 7 Workstation khác.

Workstation có hai loại:

- Single Terminal: với cài đặt này, bạn chỉ làm việc được trên duy nhất một dự án STEP 7.
- Multi - Terminal System: với việc cài đặt này, những dự án của bạn có thể được soạn thảo từ tập hợp nhiều Workstation

khác nhau. Dự án đó thông thường nằm trên File của Server hoặc trên một nhóm Workstation. Tất cả các station trong nhóm (workgroup) có thể truy cập vào nó.

*b. Converting S5 file*

Phần mềm này có chức năng chuyển đổi các File được soạn thảo trên STEP 5 (thế hệ cũ) sang dạng File khác mà File đó hoàn toàn có thể soạn thảo lại và có thể làm việc được trong môi trường STEP 7.

Với một những thao tác đơn giản là:

- Khởi động phần mềm Converting S5 file.
- Vào File/Open.
- Chọn File S5 mà bạn muốn chuyển đổi.

*c. LAD, STL, FBD - Programming S7 Blocks*

Trên phần mềm này chúng ta có thể tạo lập các Project cho PLC S7 - 300 hoặc S7 - 400 bằng một trong 3 ngôn ngữ LAD, STL, FBD. Ngoài ra chúng có thể khởi động phần mềm này từ **SIMATIC Manager.**

*d. Memory Card Parameter Assignment*

Ở đây bạn có thể chỉ định được giao diện mà thiết bị lập của bạn có thể sử dụng để lưu trữ "chương trình người sử dụng" trên card nhớ cho PLC thuộc S7.

*e. PID Control Parameter Assignment*

Trên phần mềm này giúp chúng ta thiết lập các quá trình điều khiển vòng kín còn gọi là PID cho các ứng dụng điều khiển ổn định. Việc thiết lập chương trình này dựa vào hai khối:

OB41 có chức năng điều khiển liên tục (continuous).

OB42 có chức năng điều khiển mức (step).

*f. S7 - GRAPH - Programming Sequential Control System*

Phần mềm này ứng dụng cho các chương trình mà có giải thuật (thuật toán) dưới dạng tuần tự (Sequential) viết dưới dạng graph mà chúng ta thường hay gọi là ngôn ngữ grafcet (tham khảo Chương 1 thuộc Giáo trình Điều khiển Logic). Nó là một dạng ngôn ngữ lập trình tiện lợi bên cạnh 3 ngôn ngữ lập trình cơ bản cho PLĐC S7 mà chúng ta thường hay gặp. Tiện lợi ở chỗ là chương trình ngắn gọn, hoàn toàn bằng đồ

họa, có thể chuyển một cách dễ dàng tương ứng từ dạng lưu đồ thuật toán…

*g. S7 - DIAG - Configurating Proccess Diagnotics*

S7 PDIAG được sử dụng để tạo ra những định nghĩa lỗi, tạo cho người sử dụng tiện lợi trong quá trình giám sát hệ thống. Quá trình chẩn đoán này sẽ xác định kiểu thông tin về lỗi, vị trí lỗi và các cảnh báo của lỗi. Những dữ liệu của chẩn đoán là thông tin quan trọng giúp cho việc xử lý sự cố. Những thuận lợi mà chương trình này mang lại:

- Lỗi quá trình (Process errors) có thể được nhận ra rõ ràng và nhanh chóng.

- Giảm bớt thời gian dừng hệ thống do lỗi do đó sẽ tăng được năng suất.

- Những thông tin rõ ràng được tạo ra cho quá trình xử lý sự cố (troubleshooting) làm cho quá trình xử lý sẽ trở nên dễ dàng hơn.

- Tuổi thọ của hệ thống được tăng lên đáng kể

*h. Setting the PG-PC Interface*

Bất cứ máy tính nào tham gia vào mạng đòi hỏi phải có một giao diện mạng được thiết lập. Phần mềm này sẽ giúp người sử dụng tạo ra những giao diện để thực hiện các kết nối tương ứng vào các mạng khác nhau như (PPI, MPI, PROFIBUS, ETHERNET…).

*i. TI 405 - S7 Converting TI File*

Chương trình TISOFT405 được lưu trữ một hoặc nhiều file. Những file này được định dạng trong một thư viện của DOS. Chúng không phải là những file văn bản. Việc lưu trữ NAME của chương trình TISOFT405 là được liên kết với một file NAME.VPU. Những file khác như là NAME.CMT cũng được liên kết với chương trình NAME.

Quá trình chuyển đổi đòi hỏi phải đọc thông tin từ các file liên kết và tạo ra những file text tương đương với những lệnh của STEP 7. Như vậy đầu ra của các file text là đầu vào của STEP 7 Program Editor. Ban đầu sau khi chuyển, chương trình này ở dạng statementlist, sau đó chúng ta có thể chuyển sang dạng LAD hoặc FBD nếu có thể.

Như vậy chương trình này chỉ có ý nghĩa khi các bạn muốn chuyển file được thiết lập trên những PLC quá cũ tại các nhà máy mà sử dụng

thiết bị của hãng Siemens (có thể xem như là "đời" STEP 4) sang ngôn ngữ lập trình STEP 7 để có thể thao tác trực tiếp như: thay đổi địa chỉ, nâng cấp chương trình hay nâng cấp CPU…

*j. NetPro - Configuring Networks*

Chương trình này là chương trình quan trọng nhất trong tất cả các chương trình được nêu ra trên đây. Nó giúp cho chúng ta có thể thiết lập cấu hình của mạng truyền thông (SCADA hoặc DCS) sử dụng các thư viện thiết bị và chuẩn giao thức đã được xây dựng sẵn trên đó.

## 6.2 Các bước thiết lập một dự án với PCS 7

### *6.2.1 Các bước cơ bản để thiết lập một dự án*

*a. Giai đoạn lập kế hoạch*

Xây dựng các biến dựa vào sự liệt kê các biến và mô tả đầy đủ các quá trình (lập kế hoạch khả thi, số lượng PLC, Trạm vận hành, các thành phần khác)

⇓

Tính chọn số lượng I/O và kiểu module

⇓

Ấn định các kênh tín hiệu và đặt tên tượng trưng cho chúng

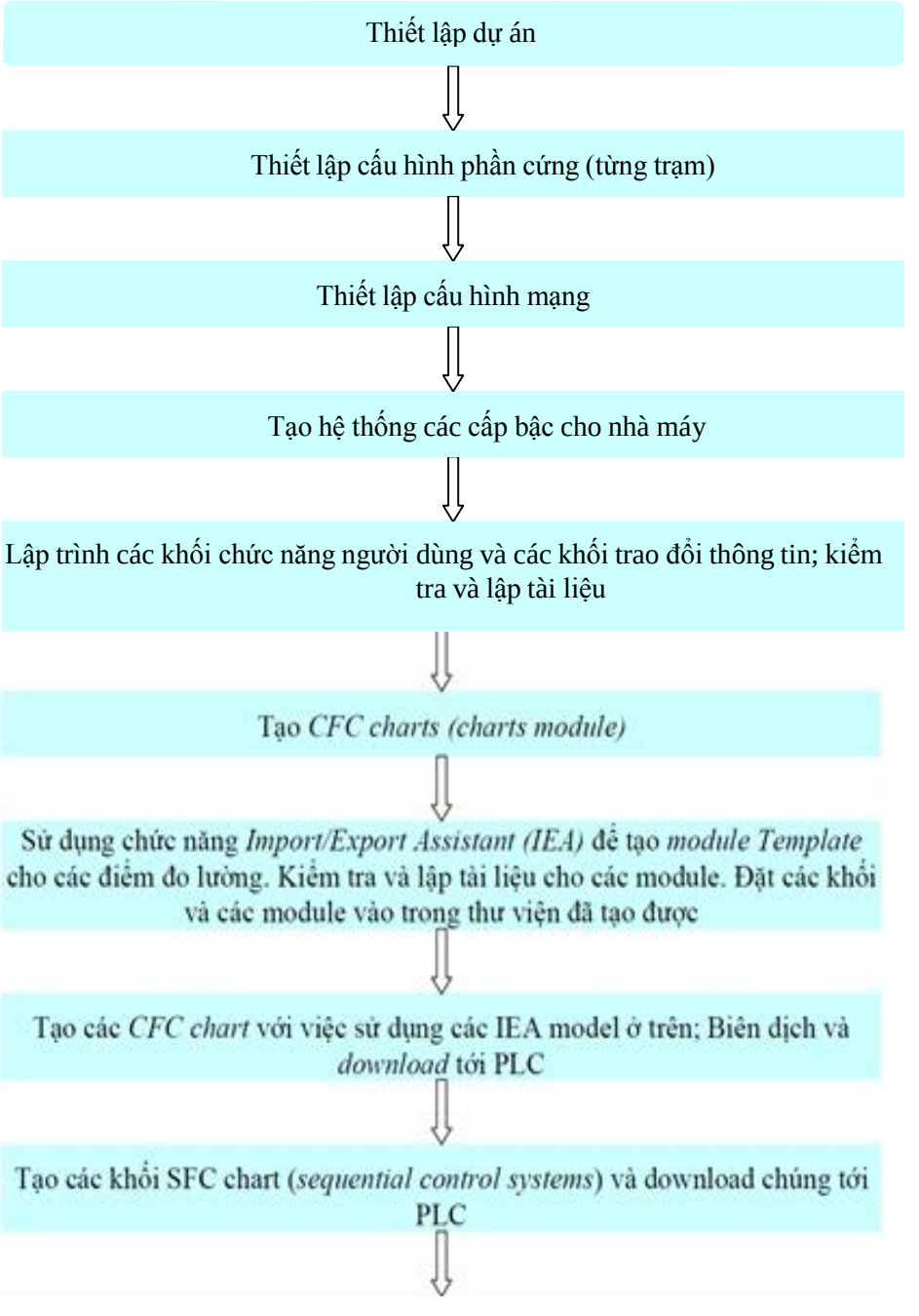
⇓

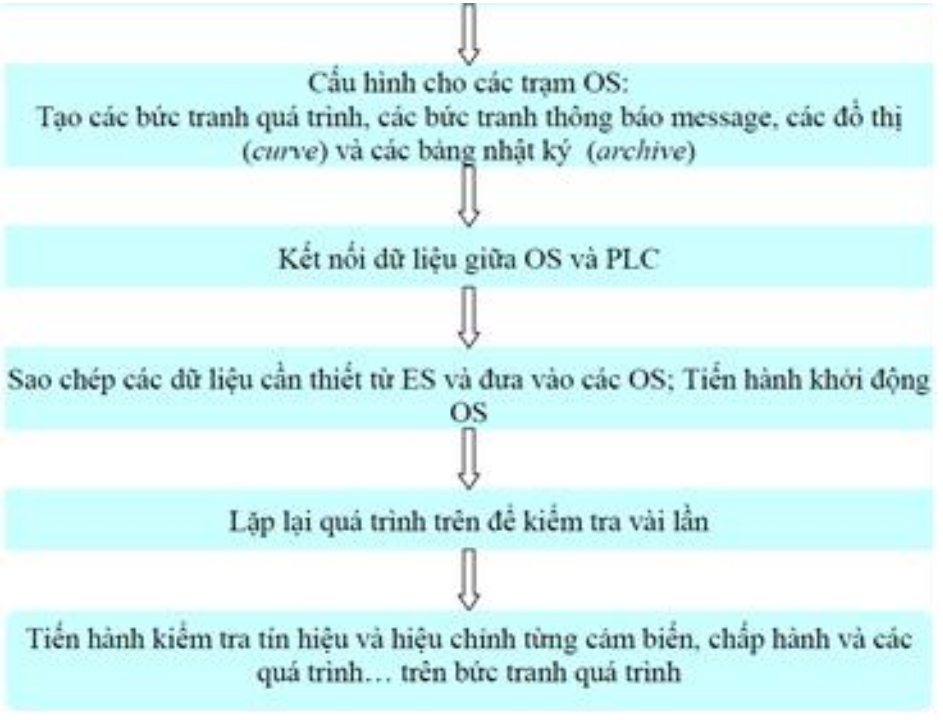
Lập bảng kế hoạch đi dây giữa sensors/actualtors và các trạm PLC

⇓

Lựa chọn và quyết định kiểu mạng và cấu trúc mạng. Các kết nối giữa các trạm SIMATIC với nhau và giữa các trạm SIMATIC với các trạm điều khiển quá trình

*b. Thực hiện dự án*






### *6.2.2 Thiết lập dự án*

Trong phần này giải thích các ứng dụng cơ bản trên ES với những phần mềm thành phần mang tính chất cấp bậc (HP: Plant Hierarchy) và các vấn đề về IEA (Import/Export Assistant) và mối quan hệ giữa những thành phần trong ES đó.

*a. Phần mềm ES trong SIMATIC PCS 7*

Với những phần mềm cần thiết trên hệ thống ES thuộc gói phần mềm SIMATIC PCS 7, bạn có những công cụ (tool), với những công cụ đấy bạn có thể tạo cấu hình nhà máy một cách toàn diện. Đó là những phần mềm sau đây:

- Phần mềm STEP 7:

Bao gồm SIMATIC Manager, phần mềm này làm nền tản và là trung tâm quản lý cho tất cả các thành phần của ES. Đây là hình ảnh sinh động của người sử dụng trên giao diện của Windows NT thường được sử dụng để quản lý các dự án của nhà máy.

- Bạn cấu hình tất các thiết bị sử dụng trong hệ thống như:

Các rack của các PLC, các module vào/ra, các module giao diện, các trạm PC… bằng Hardware Configuration (HW Config.).

- PH và IEA:

PH và IEA là những gói thuộc PCS 7, chúng không phải tách biệt với các ứng dụng trên mà chi mở rộng hơn trong phạm vi của SIMATIC Manager. PH và IEA hỗ trợ cấu hình diện rộng của quá trình điều khiển và quản lý dữ liệu của nhà máy.

- CFC (Continuous Function Chart):

CFC là gói phần mềm định hướng cho nhà máy, cấu hình các đồ họa của tác vụ tự động hóa. Sử dụng CFC thông qua các khối đã được tạo sẵn (đây là gói phần mềm lập trình có cấu trúc). Các khối được quản lý theo nhóm tùy theo chức năng của chúng trong thư viện, thực hiện lập trình bằng các động tác kéo/thả.

- SFC (Sequential Function Chart):

Là gói phần mềm được cấu hình cho hệ thống điều khiển tuần tự với hệ thống điều khiển tuần tự, chức năng tự động hóa trên cơ sở là được điều khiển trên sự thay đổi trạng thái và cũng có thể chọn lọc từ quá trình.

- Phần mềm cấu hình cho OS:

WinCC được sử dụng cho việc cấu hình cho hệ thống điều khiển và giám sát nhà máy trên nền PCS 7. Với phần mềm này, bạn có thể tạo ra bức tranh quá trình, các báo cáo, các thông báo về hệ thống, đồ thị tín hiệu, nhật ký vận hành.

- SCL (Structured Control Language):

Đây là ngôn ngữ lập trình giống với Pascal để lập trình cho những tác vụ phức tạp. Trên ES, nó được sử dụng để tạo ra các khối và biên dịch các yêu cầu của CFC/SFC chart.

*b. Sự tác động qua lại giữa các thành phần*

Phần này cung cấp cho bạn một cách nhìn tổng thể về sự tác động qua lại giữa cấu hình của hệ thống cấp bậc của nhà máy, CFC chart, IEA và SFC chart trên OS.

- Hệ thống cấp bậc của nhà máy (PH):

Đường dẫn của PH với tên của đồ thị và tên khối là được chuyển đổi tới những text block "origin" (khối nguồn dưới dạng text) với sự chuyển đổi của việc kết nối dữ liệu giữa PLC-PC. Từ đây sẽ xuất hiện các dòng thông báo (message) trên OS run-time. Tên tag ở trên trình quản lý tag

của WinCC Explorer làm cho chúng ta dễ dàng quản lý và quan sát PH, tên đồ thị, tên khối, tên các giá trị khác. Nếu bạn muốn kết nối một đối tượng với một tag quá trình trên bức tranh quá trình hoặc nhật ký vận hành, bạn phải chỉ rõ tên tag từ trình quản lý tag.

- CFC (Continuous Function Chart):

Riêng mỗi kiểu khối (ví dụ khối CTRL_PID) là được lưu trữ trong thư viện hoặc chương trình của STEP 7. Mỗi khi bạn sao chép nhiều khối ra từ một khối ban đầu thì bạn phải đặt cho các khối đấy có các tên hình thức khác nhau. Thuộc tính của một đối tượng trong CFC chart, bạn chỉ rõ các message của khối và kích chuột vào các biểu tượng message đó. Việc kết nối dữ liệu được hiển thị các message trên OS trong suốt quá trình OS hoạt động (run time). Trong suốt quá trình làm việc, một tag được điều khiển và giám sát liên tục thông qua thủ tục chuyển đổi (transfer) dữ liệu liên tục giữa OS và PLC. Các giá trị nhận được từ quá trình có thể được lưu trữ trong các tag nội (internal tag) trên trình quản lý tag của OS, điều này sẽ đồng nghĩa với việc các dòng text sẽ được giảm bớt từ những text đang chuyển đổi và hiển thị trên bức tranh quá trình.

- IEA (Import/Export Assistant):

Với IEA, bạn tạo tự động các chart và các khối thuộc tính. Bạn có thể tùy chọn những message có đặc điểm kỹ thuật phù hợp để tạo dữ liệu cho việc import (nhập nội dung). Những message sau khi xuất hiện tại những điểm thích hợp ở trên đối tượng của khối và được chuyển đổi (transfer) tới OS để mô tả cho CFC.

- SFC (Sequential Control System):

Trên SFC chart, bạn xem xét các thông số của cấu hình CFC trước đây trên SFC chart. Những công trình sư (những người xây dựng nên một cấu hình tổng thể) tạo ra những yêu cầu theo từng bước, chuyển đổi và ấn định công nghệ và định hướng cho tên của các đối tượng. Với cấu trúc của CFC chart theo từng bước và các điểm chuyển đổi trong sơ đồ trên OS được chuyển đổi (transfer) dữ liệu kết nối giữa OS và PLC (sự hoạt động đó chúng ta có thể quan sát được sự chuyển đổi trạng thái thông qua sự chuyển đổi màu sắc trên CFC).

- Chuyển đổi dữ liệu kết nối giữa PLC và OS (Transferring PLC-OS Connection Data):

Khái niệm này tương đối phức tạp, một hệ thống làm việc gắn kết thành một khối thống nhất và đồng bộ thì cần phải có việc chuyển đổi dữ liệu cấu hình liên tục mỗi khi cấu hình hay thông số của hệ thống có sự thay đổi, đặc

biệt là giữa hệ thống các PLC và hệ thống các OS. Dữ liệu kết nối giữa PLC và OS phải được chuyển đổi trong những tình huống sau:

- Sau mỗi khi thay đổi hệ thống cấp bậc của nhà máy (PH).
- Sau mỗi khi thêm các chart mới và chỉ định tên các CFC chart.
- Sau mỗi khi thêm những khối đối tượng mới và thay đổi tên khối.
- Sau mỗi khi thay đổi các đơn vị *text* thuộc về bản chất của quá trình vận hành.
- Sau mỗi khi thay đổi thuộc tính của các đối tượng được điều khiển và giám sát.
- Sau mỗi khi thay đổi các *message.*
- Sau mỗi khi thay đổi hoặc là thêm các SFC chart.

- Ước lượng các thành phần yêu cầu của một nhà máy:

Điều quan trọng đầu tiên trước khi bắt tay vào thiết kế một hệ thống tự động cho một nhà máy, bạn phải đặt ra các kế hoạch hay các phương án mà các phương án đó dựa trên cơ sở là quá trình vận hành như thế nào, dựa vào đây bạn có thể ước lượng được số OS; mức độ, tốc độ, khoảng cách và số trạm tham gia kết nối từ đó bạn có thể ước lượng được Bus hệ thống sử dụng là những Bus nào; xác định số lượng và vị trí đặt các bộ điều khiển trung tâm, số lượng các module vào ra tập trung và vào ra phân tán hay yêu cầu điều khiển để xác định loại module phải được tính toán rất kỹ. Ngoài ra bạn còn phải dựa vào kích cỡ của dự án, yêu cầu của khách hàng, tính sẵn sàng hay nói cách khác là hệ thống có độ tin cậy cao, điều kiện về vị trí (độ cao) và môi trường xung quanh vị trí dự định lắp đặt, tính năng đáp ứng hay tính năng thời gian thực.

Nói chung công việc tích hợp một mạng truyền thông cho một nhà máy là một công việc khó khăn và phức tạp, đòi hỏi người thiết kế không những am hiểu sâu sắc về mặt kỹ thuật trong các hệ thống tự động, am hiểu về công nghệ mà còn phải tùy chọn dựa trên nhiều phương án và tiêu chí khác nhau để đưa ra một cấu hình vừa tối ưu về chỉ các tiêu kỹ thật và kinh tế.

- Những yêu cầu cho một dự án:

Khi bạn mới bắt đầu cấu hình cho một dự án, điều đầu tiên bạn nên phân tích những yêu cầu đặc biệt của dự án, bạn chắc chắn rằng tất cả những khía cạnh và những điều kiện đã được suy xét đến trên những cơ sở triết lý và hiệu quả về mặt cấu hình.

Trong suốt quá trình cấu hình, có rất nhiều khối và kiểu khối khác nhau trong thư viện của bạn. Vì vậy bạn phải chắc chắn rằng chỉ có một version của phần mềm sử dụng để cấu hình cho hệ thống trong suốt quá trình xây dựng dự án. Những kiểu khối lập trình khác nhau sẽ dẫn đến sự xung đột nếu chương trình của bạn được điều khiển và giám sát trên cùng một OS.

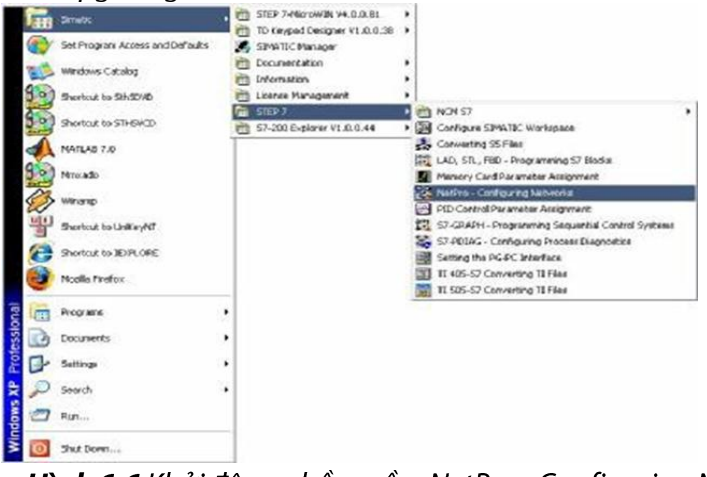
### *6.2.3 Cấu hình phần cứng (Hardware Configuring)*

Cấu hình một trạm là việc thể hiện toàn bộ cấu trúc của trạm đó. Với cấu hình phần cứng, bạn chỉ định rõ số của các rack, số lượng rack và ấn định địa chỉ của các khe cắm (slot) tùy theo cấu trúc thực tế của trạm. Bạn cấu hình tham số cho các module vào ra tập trung và các module vào ra phân tán. Khi bộ điều khiển khả lập trình bắt đầu khởi động thì việc đầu tiên là CPU phải thực hiện so sánh cấu hình quản lý bên trong hệ điều hành của CPU với cấu hình thực tế của phần cứng được lắp đặt cho trạm. Nếu có sự tương phản thì CPU sẽ tìm ngay lập tức và thông báo sẽ được báo hiệu và đương nhiên là hệ thống sẽ không thể tiếp tục hoạt động thêm nữa.

*a. Giới thiệu phần mềm NetPro - Configuring Networks*

Phần mềm này đã được giới thiệu sơ lược ở Mục 6.1.5. Trên phần mềm này, chúng ta có thể cấu hình cho từng trạm đơn lẻ như S7-300, S7-400, OS, ES và liên kết các phần tử trên lại với nhau thông qua các Bus truyền thông là Ethernte, Profibus, MPI hay AS-i…

- **Khởi động phần mềm:** *Start > Simatic > STEP 7 > NetPro – Configuring Networks.*




***Hình 6.6*** *Khởi động phần mềm NetPro - Configuring Networks*

- **Tạo mới một dự án**

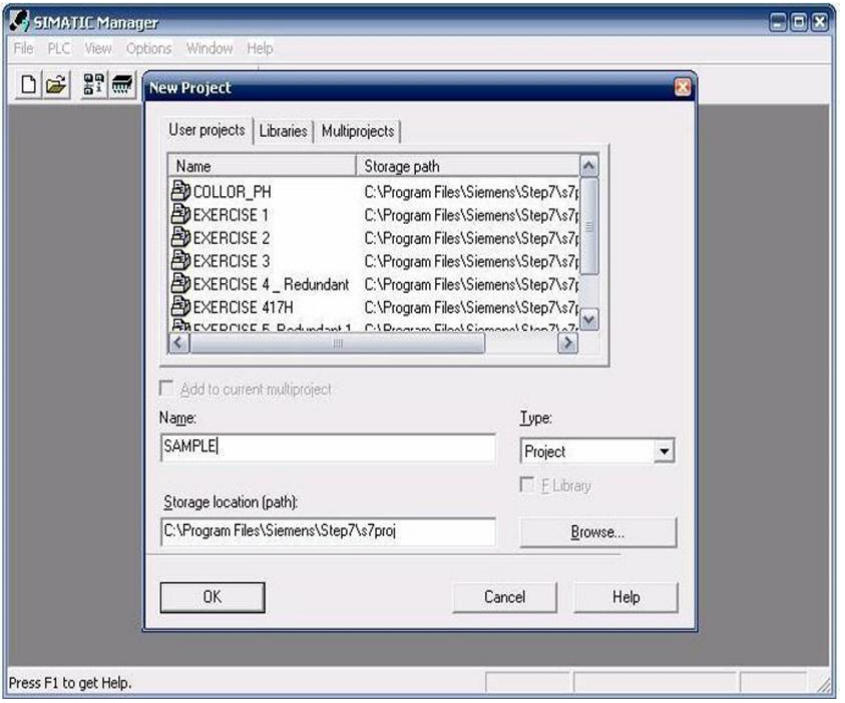
Việc tạo mới một dự án không thể tiến hành trực tiếp trên phần mềm này được, vì vậy bạn phải tiến hành theo cách sau:

+ Khởi động phần mềm SIMATIC Manager: Start > Simatic > SIMATIC Manager

***Hình 6.7*** *Khởi động phần mềm SIMATIC Manager*

+ Tạo Project mới:

File > New, một hộp thoại xuất hiện, trên hộp thoại này bạn có thể chọn các kiểu Project sau: User Project (dự án đơn), Libraries (thư viện) hay Multi-Project (nhiều dự án).




***Hình 6.7*** *Tạo mới một User Project*

Nếu bạn chọn User Project thì kiểu của dự án trong hộp thoại sẽ hiển thị tương ứng là Project, đặt tên cho dự án của bạn vào Name, ví dụ "SAMPLE sau đó chọn OK. Project sẽ xuất hiện các biểu tượng. Như vậy "SAMPLE" chính là dự án được sử dụng cho việc lưu trữ dữ liệu và chương trình được tạo ra khi bạn tạo một giải pháp tự động trong giới hạn cho phép. Dữ liệu của bạn lưu trữ trong "SAMPLE" bao gồm:

- Dữ liệu cấu hình cho phần cứng và dữ liệu ấn định các tham số cho các module.
- Dữ liệu cấu hình mạng truyền thông.
- Chương trình người dùng (các module chương trình tương ứng trong các khối chương trình).

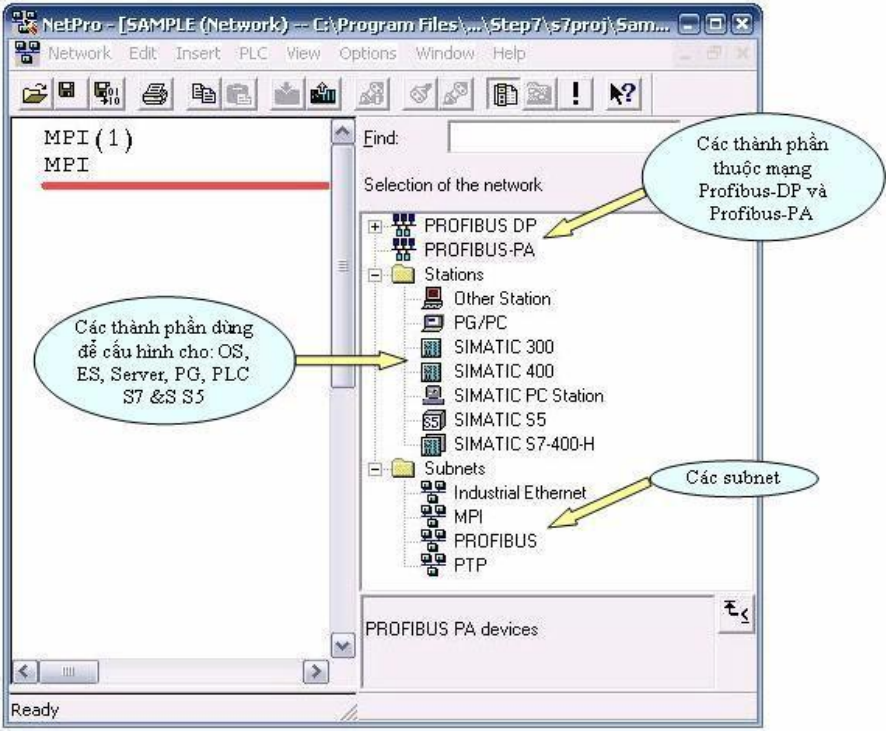
Nhiệm vụ chính khi tạo một Project là chuẩn bị những khối dữ liệu và khối chương trình.

Việc bạn cần làm tiếp theo là thiết lập cấu hình cho dự án của bạn trên phần mềm NetPro - Configuring Networks. Có hai cách để khởi động phần mềm này:

- Từ trình **Start** (xem Hình 6.6).

- Kích đúp chuột trái vào **biểu tượng MPI(1)** (đây là biểu tượng để liên kết đến phần mềm cấu hình).

Dưới đây là giao diện của phần mềm cấu hình cho mạng truyền thông ở mọi cấp độ cũng như cấu hình cho từng thành phần ở trong mạng đó.




***Hình 6.8*** *Giao diện của phần mềm cấu hình mạng*

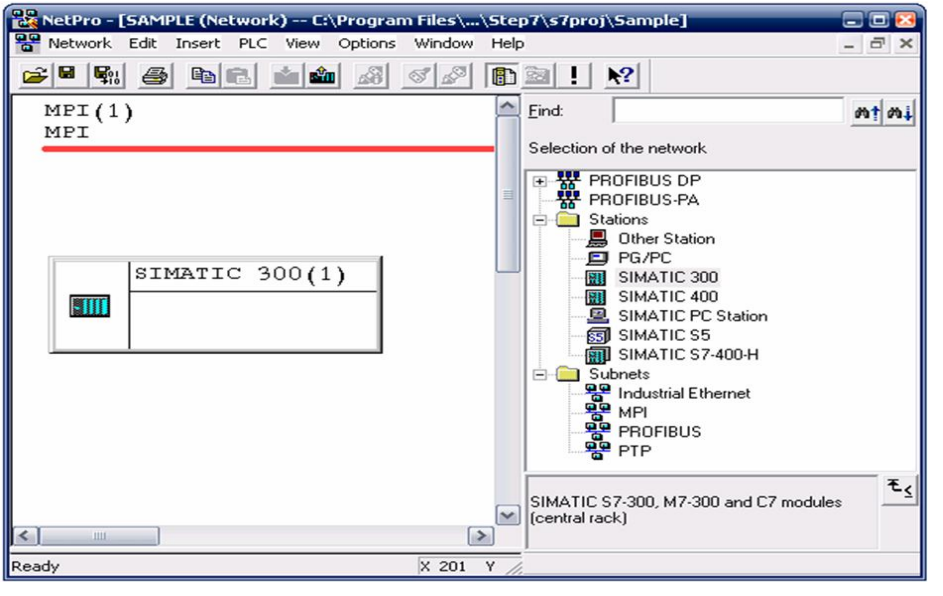
Phần ở bên trái chính là bức tranh cấu hình mà bạn muốn tạo, phần bên phải là thư viện các thiết bị thành phần và các mạng thành phần (hay còn gọi là subnet), thông thường phần thư viện được mặc định, nếu không có bạn mở nó bằng cách **View > Catalog**. Khi dự án của bạn vừa được tạo, phần mềm mặc định một subnet MPI có tên là MPI(1) để phân biệt với các MPI tiếp theo mà bạn sẽ tạo. Cũng nói thêm rằng, bạn có thể dùng subnet MPI, Ethernet hay Profibus để làm Bus hệ thống những mỗi subnet được tạo ra để sử dụng cho những ứng dụng riêng biệt để tận dụng tối đa hiệu suất của đường truyền cũng như chi phí lắp đặt và bảo dưỡng, trong đó:

- Industrial Ethernet là chuẩn quốc tế (IEEE 802-3) sử dụng cho truyền thông công nghiệp thiết bị ở cấp điều khiển trong phạm vi nhỏ như mạng LAN hay mạng diện rộng WAN.
- MPI (Multi-Point-Interface) là chuẩn được Siemens tạo ra để kiểm tra và chẩn đoán hệ thống và lập trình cho các PLC S7.
- PROFIBUS là chuẩn quốc tế (EN 50170) kết nối mạng thiết bị ở cấp hiện trường và mạng diện hẹp, ít trạm tham gia.
- Mạng PTP (Point-To-Point) là chuẩn được Siemens tạo ra theo một giao thức đặc biệt để truyền giữa hai nút (node) với nhau.
- Ngoài ra còn có AS-i nhưng không hiển thị trong này vì nó là một subnet con mà chủ (master) của nó là các module gắn vào các PLC S7 hay bộ chuyển mạng Profibus-DP sang AS-i.

Từ đây bạn có thể đặt những trạm thành phần hay các subnet theo cách nào là tùy vào dự định của bạn.

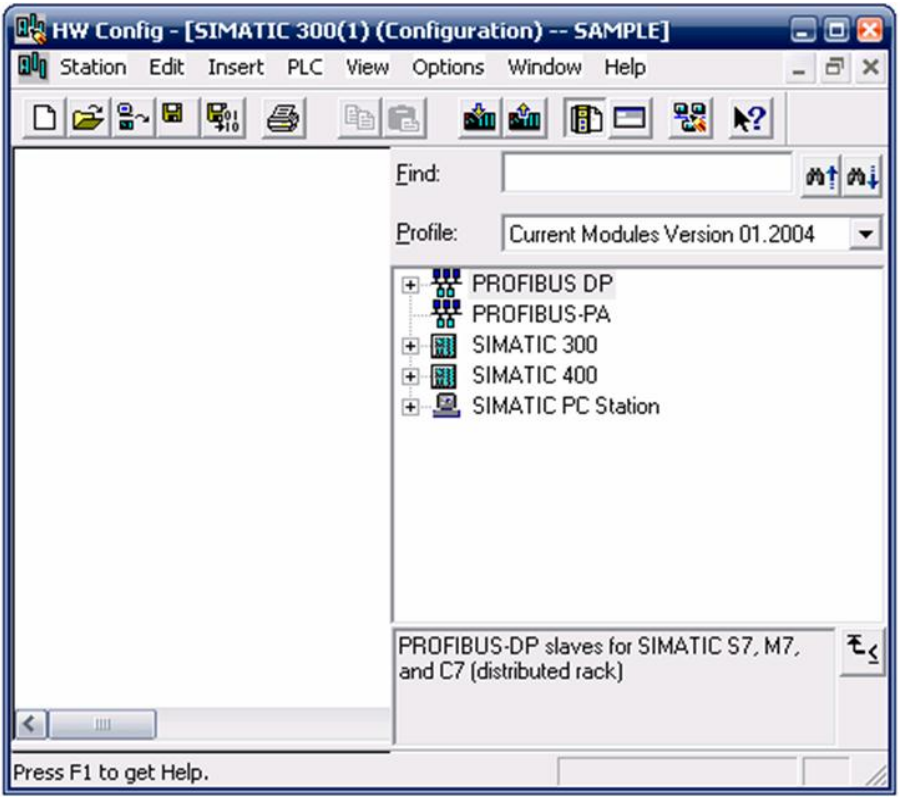
Ví dụ bạn cấu hình cho một trạm PLC S7-300 loại CPU 313 và module nguồn PS 307 10A.

Kích chuột trái vào biểu tượng SIMATIC 300 trong thư viện, kéo và thả vào trong phần nên trái, xem Hình 6.9.



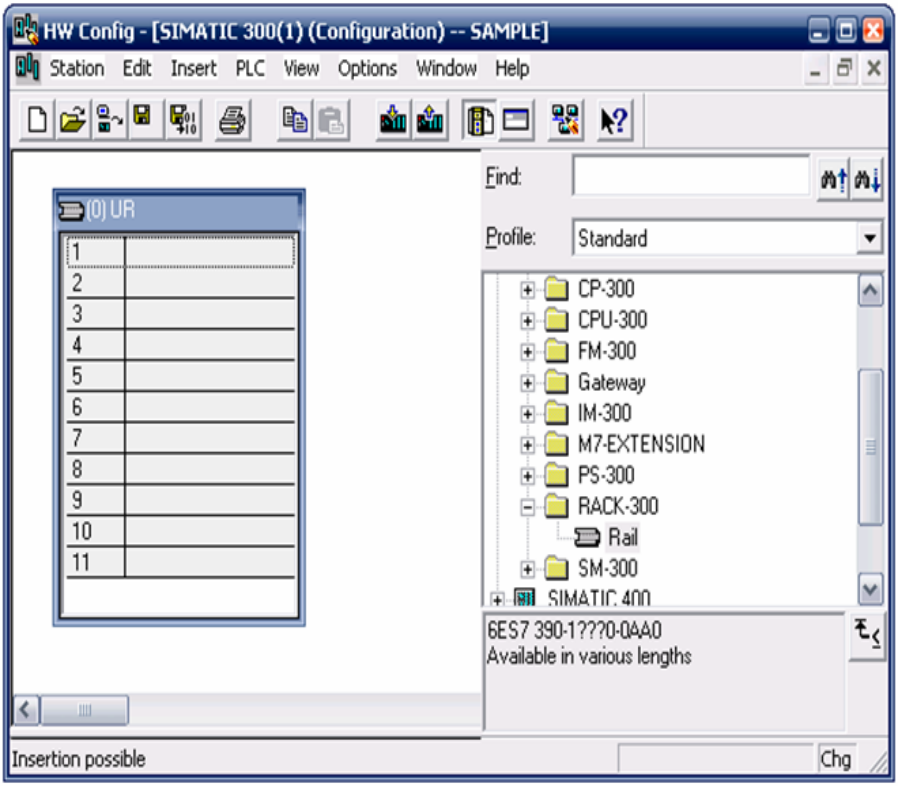

***Hình 6.9*** *Thiết lập cấu hình mạng cho một trạm PLC S7-300 loại CPU 313*

Đây mới chỉ mặc định cho trạm S7-300 nhưng chưa cụ thể là CPU loại nào, bao nhiêu rack, module nguồn, module mở rộng, module giao diện, module truyền thông… Để cấu hình cho trạm này bạn tiếp tục kích đúp chuột trái vào biểu tượng ***SIMATIC 300(1)*** sẽ xuất hiện giao diện để cấu hình riêng cho trạm này, xem Hình 6.10. Giao diện này cũng tương tự như giao diện thiết lập mạng nhưng nó được sử dụng để thiết lập cấu hình cho từng tthành phần trong mạng như: OS, ES, Server, PG, PLC S7-200, S7-300, S7-400, các module phân tán ET200…




***Hình 6.9*** *Giao diện cấu hình cho từng thành phần của mạng*

Bên trái là bức tranh cấu hình mà bạn muốn tạo, phần bên phải là thư viện các thiết bị thành phần đã được thiết kế sẵn, thông thường phần thư viện được mặc định, nếu không có bạn mở nó bằng cách ***View*** > ***Catalog***. Trong mục Profile, bạn có thể chọn 3 dạng thư viện khác nhau mà trong đó có thể bỏ đi hoặc bổ sung thêm những thành phần tương ứng tùy theo ứng dụng của bạn, trong đó thư viện Standar là thư viện có đầy đủ các thành phần nhất.



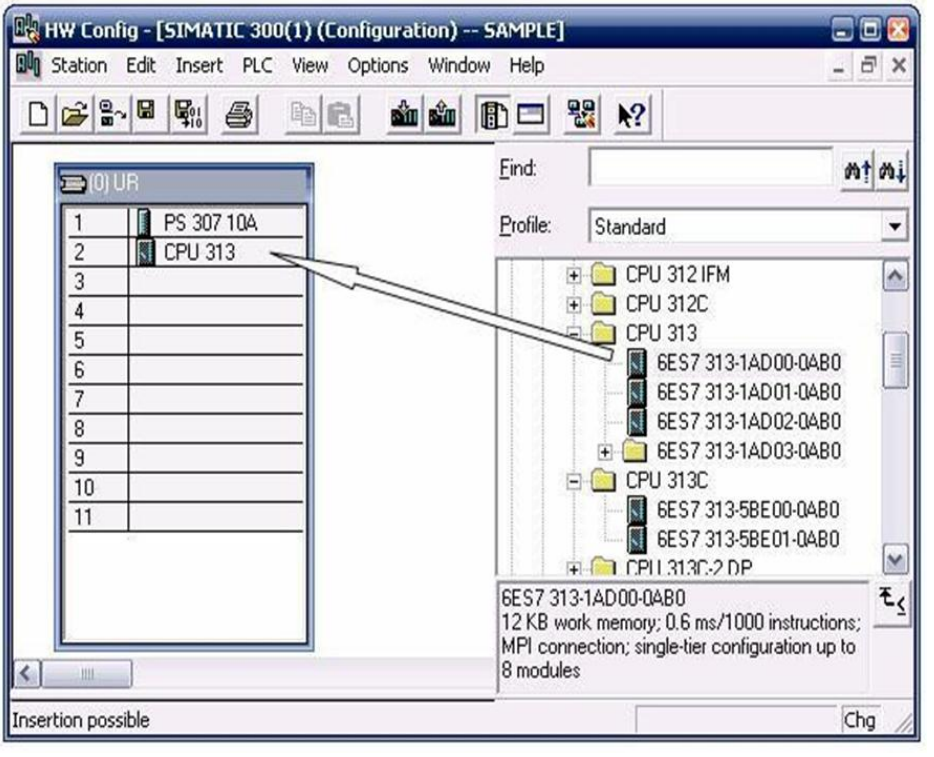

Ở đây bạn chú ý rằng, bạn đã chọn cấu hình cho trạm S7-300 nên bạn phải chọn các thành phần thuộc thư mục SIMATIC 300 trên cây thư mục của thư viện. Đầu tiên bạn phải đặt rack trong tâm (mặc định (1) UR) trong thư mục RACK 3, kích chuột vào biểu tượng Rail và kéo thả vào phần giao diện bên trái, xem Hình 6.11. Mỗi rack có tối đa 11 slot, slot số 1 là vị trí duy nhất cho module nguồn PS, slot 2 cũnglà vị trí duy nhất dành cho module CPU.

Đến đây dự án của bạn đã được cấu hình, trước khi thoát khỏi chương trình này bạn phải thực hiện lưu và biên dịch (*save and complie*) để kiểm tra lỗi trước khi thoát. Lúc này, dự án tự động thêm vào thư mục dự án *SAMPLE* của bạn như hình sau:

SAMPLE Project lúc này bao gồm một trạm SIMATIC 300 với CPU 313 và một subnet MPI. Bên trong SIMTIAC 300 chứa đựng cấu hình phần cứng của trạm (Hardware) và S7 Program.

Như vậy phần mềm NetPro - Configuring Networks được sử dụng để tạo ra tất cả các cấu hình liên quan đến phần cứng của hệ thống mạng truyền thông. Để đi sâu vào việc cấu hình cho từng thành phần đòi hỏi

người tích hợp hệ thống phải nắm bắt được nguyên tắc cấu hình cho từng thành phần (ví dụ nguyên tắc cấu hình cho S7-300, S7-400…).

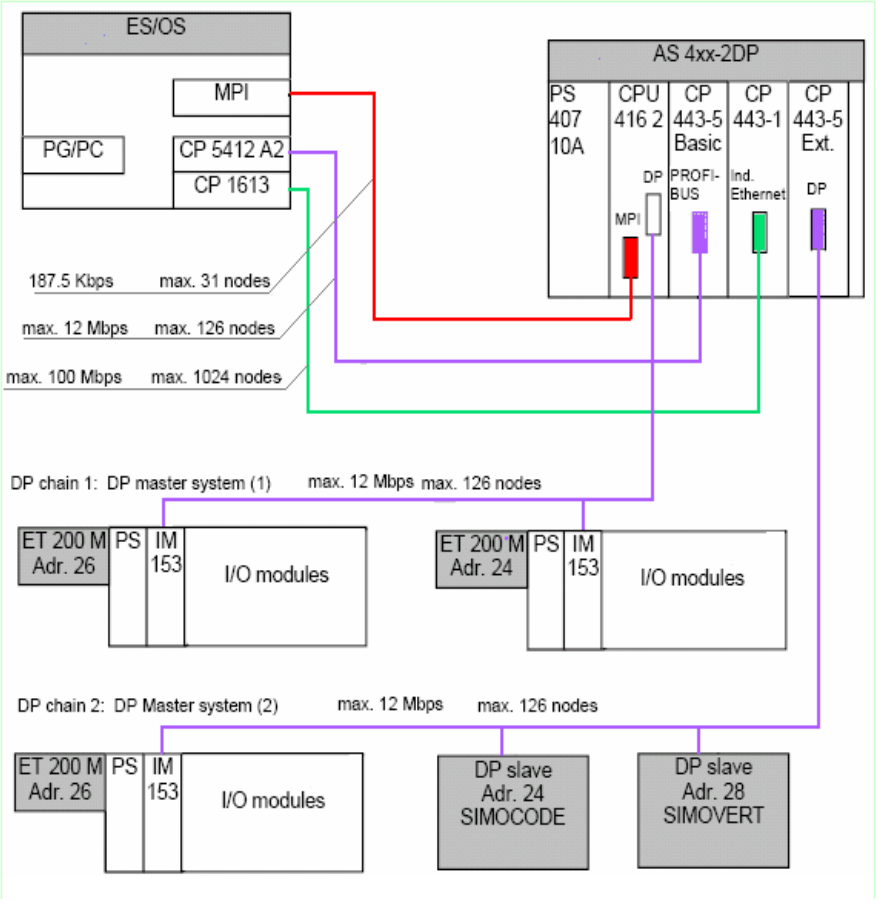



***Hình 6.12*** *Thiết lập cấu hình cho trạm PLC CPU 313*

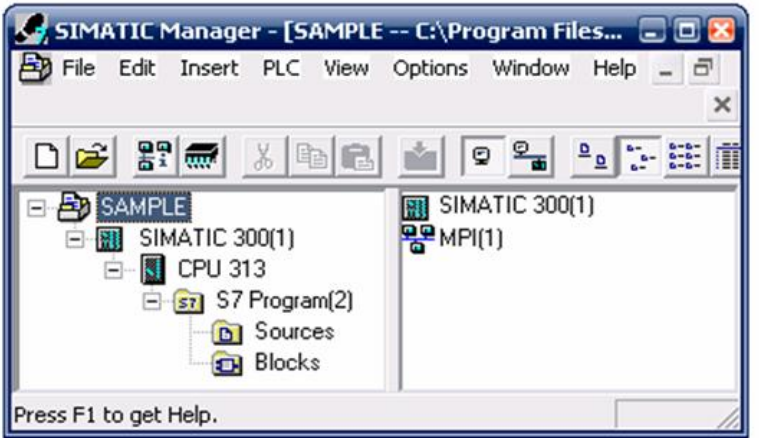
*b. Cấu hình của một trạm*

Những việc đầu tiên khi bắt tay vào xây dựng cấu hình cho một trạm đòi hỏi bạn phải ấn định địa chỉ cho trạm và các địa chỉ thành phần như mạng MPI, Profibus hay Ethernet và một điều nữa là phải chú ý tới địa chỉ cao nhất cho phép để cấu hình cho các trạm trong một mạng con (subnet) nào đó. Sơ đồ Hình 6.13 sẽ cho thấy một cách khách quan về việc cấu hình cho một dự án:

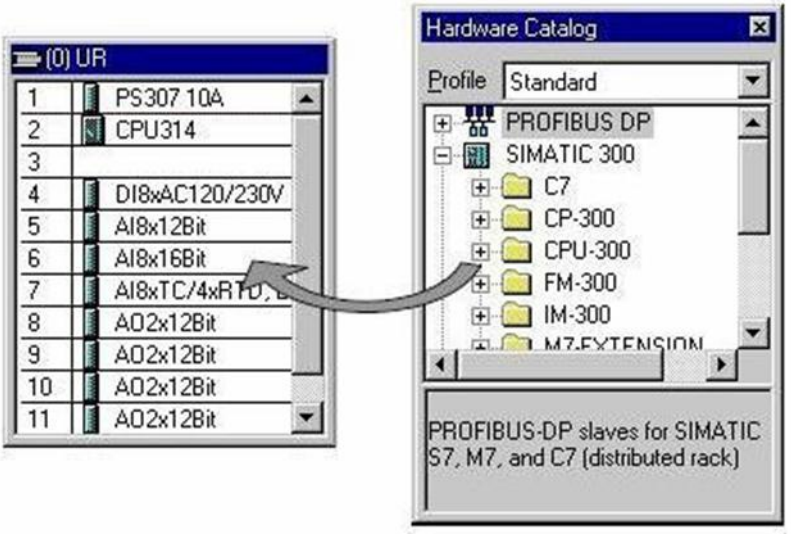
Bạn cấu hình cho bất cứ trạm S7-300, S7-400 nào đòi hỏi việc đầu tiên bạn phải thiết lập các rack trước. Ở S7-300 số rack tối đa cho một trạm là 4 và được địa chỉ hóa từ (0)UR đến (3)UR. S7-400 thì phức tạp hơn, có vài loại rack và số lượng cũng nhiều hơn tùy loại CPU. Như vậy rack là thành phần để lắp đặt các module lên đó, xem Hình 6.13.




***Hình 6.13*** *Cấu hình (ví dụ) cho một hệ thống*




***Hình 6.14***




***Hình 6.15*** *Mối quan hệ giữa rack và các mô đun thành phần*

Có thể xem xét các thông số của thiết bị trên rack như: vị trí slot, tên các module thành phần, mã số đặt hàng, địa chỉ mạng, địa chỉ của các vùng nhớ ảnh vào ra số và vào ra tương tự.

**Hướng dẫn Cấu hình cho trạm S7-300:**

Các nguyên tắc trong việc thiết lập cấu hình cho S7-300:

Một trạm PLC được hiểu là một module CPU ghép nối cùng với nhiều module khác, module đều có một địa chỉ (ngoài các module CP) là địa chỉ của các slot, module CPU dùng địa chỉ này để truy cập và quản lý đến từng module. Một module CPU có thể quản lý được tối đa là 4 rack (từ rack 0 đến rack 3) việc thêm các rack trạm sẽ không được CPU chấp nhận. Mỗi rack tối đa 8 module mở rộng.

Nguyên tắc cấu hình rack S7-300:

**- Rack 0:**

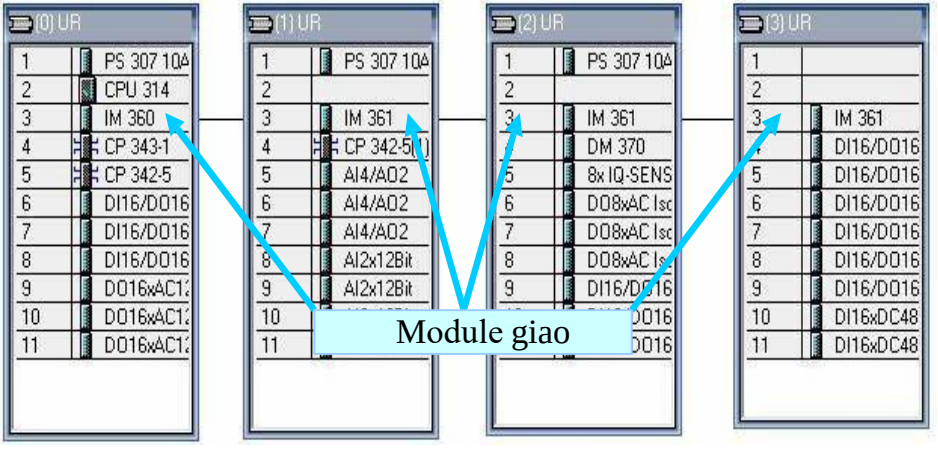
- Slot 1: chỉ có module nguồn cung cấp hoặc để trống.
- Slot 2: chỉ có module CPU.
- Slot 3: module giao diện (module quản lý rack) hoặc để trống.
- Slot 4 đến slot 11: module tín hiệu (ví dụ module vào ra số, vào ra tương tự), module chức năng (ví dụ module điều khiển vị trí, module PID), module xử lý truyền thông mạng CP hoặc để trống.

**- Rack 1 đến rack 3:**

- Slot 1: chỉ có module nguồn cung cấp hoặc để trống.
- Slot 2: để trống.
- Slot 3: module giao diện.
- Slot 4 đến slot 11: module tín hiệu, module chức năng hay module truyền thông tùy thuộc vào module giao diện được chọn.

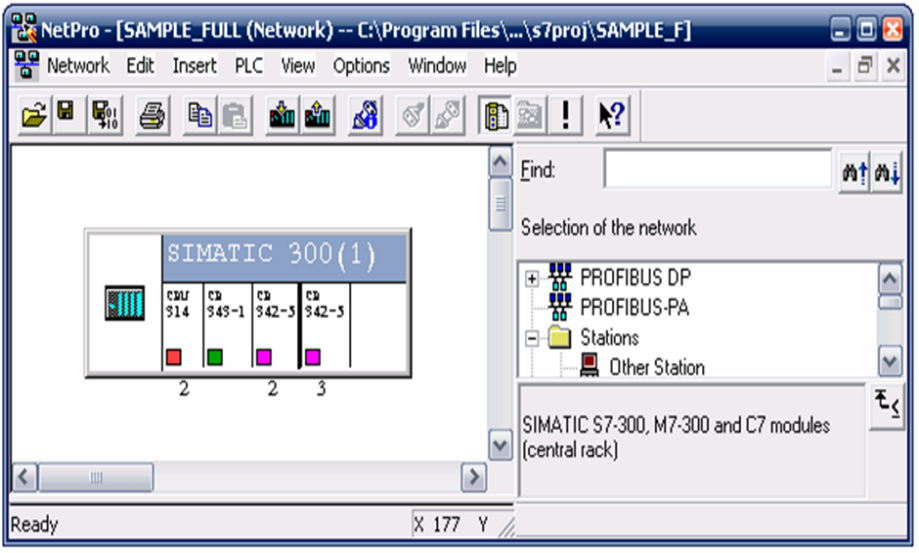
Các rack kết nối lại với nhau thông qua module giao diện quản lý mỗi rack, trong đó rack 0 là rack trung tâm, còn rack 1 đến rack 3 là rack mở rộng. Chỉ có module có chức năng gửi nhận chủ động mới đưa vào slot số 3 trong rack trung tâm, còn các module gửi nhận thụ động thì đặt vào slot thứ 3 trong các rack còn lại. Ví dụ bên dưới thì module IM 360S chỉ được đặt vào slot 3 trên rack trung tâm và IM 360R thì đặt vào slot 3 trên các rack còn lại. Đối với module 365S-R, chỉ được tối đa 2 rack là 1 rack trung tâm và một rack mở rộng (cả hai đều sử dụng 365S-R vào slot số 3). Có một số CPU chỉ cấu hình duy nhất một rack trung tâm (ví dụ CPU 313).

Dưới đây Hình 6.16 là cấu hình cho một trạm S7-300 đầy đủ, việc thao tác trên phần mềm cấu hình NetPro - Configuring Networks đã trình bày ở trên. Do đó việc tạo một Project mới sẽ không được nhắc lại. Trong ví dụ sau, bạn cấu hình Project SAMPLE_FULL sử dụng CPU 314 với 4 rack.




***Hình 6.16*** *Cấu hình cho trạm S7-300*

Trạm S7-300 sau khi đã được cấu hình:




Ngoài ra, bạn cũng nên biết về nguyên tắc slot cho các module đặc biệt như: Dummy (DM 370 Dummy), module Digital Simulation (SIM 374 IN/OUT 16), M7-300:

**Nguyên tắc đặc biệt cho module Dummy (DM 370 Dummy):**

Module DM là một module bạn có thể chèn vào thay vì một module nào đó mà sau này bạn sẽ dự định sử dụng

Tùy thuộc vào cài đặt switch, module đó có thể hoặc không thể dành riêng không gian địa chỉ. Ví dụ không gian địa chỉ là được dành riêng cho module vào số và ra số nhưng không thể cho module giao diện.

**Nguyên tắc đặc biệt cho module mô phỏng (SIM 374 IN/OUT 16):**

Module mô phỏng số SIM 374 IN/OUT 16 được sử dụng để mô phỏng đầu vào và ra số. Bạn không thể tìm thấy module này trong catalog phần cứng (Hardware catalog) của window. Bạn phải thay thế module mà bạn muốn mô phỏng vào trong bảng cấu hình thay vì SIM 374.

| Cài đặt switch trên module SIM 374 IN/OUT 16 | Mã số module |
|---|---|
| 16xOutput | 6ES7322-1BH00-0AA0 |
| 8xOutput 8xInput | 6ES7323-1BH00-0AA0 |
| 16xInput | 6ES7321-1BH00-0AA0 |

**Nguyên tắc đặc biệt cho M7-300:**

Khi bạn cấu hình cho nhóm module M7-300, mỗi module trong nhóm chiếm giữ một slot. Nếu module đầu tiên của nhóm module là một CPU M7-300 thì slot kế tiếp sau nhóm module có thể chỉ bị chiếm giữ bởi một module giao diện của nó hoặc là để trống.

Nhóm module M7-300 là hình thức hóa khi module mở rộng EXM (expansion module) hoặc hay module MSM (mass-storage) được sử dụng cho việc mở rộng một M7 CPU hoặc một M7 FM (function module). Tất cả các module trong nhóm module được kết nối với mỗi Bus AT-ISA, "máy tính tự động hóa".

Giới hạn những module trong nhóm module M7 tuân theo nguyên tắc sau:

- M7 CPU hoặc M7 FM luôn là module đầu tiên của nhóm.

- Module mass-storage chỉ có thể chèn vào ở những vị trí tiếp theo trong giới hạn của nhóm.

M7 CPU và M7 FM không thể mở rộng nhiều hơn 3 module (MSM hoặc EXM).

# TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hoàng Minh Sơn, *Mạng truyền thông công nghiệp*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2001.
2. Nguyễn Tiến, Đặng Xuân Hường, *Giáo trình căn bản về mạng*, NXB Giáo dục, 1999.
3. W. Bolton, *Programmable Logic Controllers*, Newnes, 2000.
4. Werner Kriesel, O. W. Madelung, *AS-Interface*, Haqnser-Verlag, München-Wien, 1994.
5. Josef Weigmann, Gerhard Kilian, *Decentralization with PROFIBUS-DP*, SIEMENS, 2000.
6. SIEMENS, SIMATIC NET - Industrial Communication Networks.
7. SIEMENS, *Industrial Communication Networks and Field Devices*, Catalog IK PI, October 2001.
8. SIEMENS, *Industrial Communication Networks for Automation Driver*, SIEMENS AG, 2002.
9. SIEMENS, *SIMATIC PCS7 Process Control System*, SIEMENS AG, Germany, 2001.
10. SIEMENS, *SIMATIC S7-300*, SIEMENS AG, 2002.
11. DIN 19245-3, PROFIBUS-Dezentral Peripherie (DP), Beuth-Verlag, Berlin, 1994.
12. DIN 19245-1,2, PROFIBUS-Norm, Beuth-Verlag, Berlin, 1990.
13. DIN 19245-4, PROFIBUS-PA, Beuth-Verlag, Berlin, 1990.
14. Ethernet công nghiệp, www.siemens.de/automation/industrial-ethernet en.
15. AS-Interface, www.siemens.de/automation/AS-Interface en.
16. PROFIBUS Technical Overview. www.siemens.de/automation/ profibus en.

ISBN: 978-604-357-303-9

Giá: 86.000đ